

DER EINFLUSS DES FLUGLÄRMS AUF DAS GEHÖR
UND PSYCHE ZIVILER BERUFSPILOTEN

(Ergebnisse audiometrischer Untersuchungen und
einer Umfrage)

1971

vorgelegt von
JÖRG WOBST
aus Weener/Ems

1972 # 51

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. L. Demling

Der Einfluß des Fluglärms auf Gehör und Psyche ziviler
Berufspiloten
(Ergebnisse audiometrischer Untersuchungen und einer
Umfrage)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Jörg Wobst
aus Weener/Ems

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. med. G. Koch

Referent: Prof. Dr. med. L. Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 14.9.71

Lebenslauf

Am 20. 7. 1943 wurde ich als ältester Sohn des Landwirtschaftrats Albert Wobst und seiner Frau Elisabeth, geb. Feenders, in Weener/Ostfriesland geboren. 1949 wurde ich in Weener eingeschult und besuchte, nachdem wir November 1949 nach Leer/Ostfriesland umzogen, die dortige Volksschule bis 1954. Die anschließenden Schuljahre am Gymnasium für Jungen in Leer schloß ich 1963 mit dem Abitur ab. Von April 1963 bis 1965 diente ich bei der Bundeswehr. Zum Sommersemester 1965 immatrikulierte ich mich als stud. rer. nat. an der Universität Kiel, da ich zunächst keinen Studienplatz an der medizinischen Fakultät bekam, und wechselte nach der Zulassung zum Wintersemester 1965 an die Medizinische Fakultät Erlangen. Dort legte ich 1966 das Vorphysikum und 1968 nach dem Wintersemester des Physik ab. Am 26.7.1971 bestand ich das medizinische Staatsexamen an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Inhaltsübersicht

	Seite
A. Einleitung	5
B. Hauptteil	8
Methodik	8
Audiometrischer Teil:	10
1. Thema: Wie beeinflußt das Lebensalter das Gehör des Piloten?	10
2. Thema: Wie ändern sich die Meßergebnisse in dreijährigen Untersuchungsabständen?	15
3. Thema: Wie verhält sich das Hörvermögen ehemaliger Wehrmachtsflieger zu gleichaltrigen späten Anfängern?	19
4. Thema: Welchen Einfluß hat die Flugstundenzahl auf das Gehör?	21
5. Thema: Wie wirkt der geflogene Maschinentyp auf das Hörvermögen?	27
Subjektiver Befragungsteil:	
6. Thema: Hat sich durch den Fluglärm Ihre Hörfähigkeit verschlechtert?	35
7. Thema: Sind Sie besonders lärmempfindlich?	39
8. Thema: Beeinflußt der Lärm Ihre Leistungen?	43
9. Thema: Wie äußert sich bei Ihnen starke Lärmbelastung?	44
10. Thema: Reicht Ihrer Meinung nach die jetzige Stufe der Lärmbekämpfung aus?	45
Diskussion	47
Folgerungen	60
C. Zusammenfassung	61
D. Literaturnachweis	III
Anhang Tabellen 5 a - 5 f	VI

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

A. Einleitung

Lärm ist eine der unpopulärsten Begleiterscheinungen der technisierten Welt. Beschwerden aus der Öffentlichkeit über die zu laute Umwelt häufen sich in der Presse. Zu Recht wird darauf hingewiesen, daß der Lärm zeitweilig die gesundheitsschädigende Grenze weit überschritten habe. So wurden in Münchens verkehrsreichen Straßen Geräuschpegel von 50 bis 90 dB gemessen, auch nachts noch 40 bis 45 dB (1), Werte, deren Schädlichkeit für Vegetativum und Psyche längst bewiesen sind. Die erschreckend hohen Geräuschpegel bleiben nicht auf wenige Großstadtzentren beschränkt. Der zunehmende Luftverkehr, der Bau neuer Flughäfen, die Entwicklung größerer Flugzeugtypen mit höheren Motorleistungen steigern jährlich den Lärmeinfluß und damit den Protest und das Unverständnis der belastigten Bevölkerung.

Bereits 1910 warnte Robert KOCH, die Menschheit müsse Lärm bekämpfen wie Pest und Cholera. Heute ist eine wachsende Zahl von Wissenschaftlern, die z. T. auch vom Staat gefördert werden, mit der Lärmbekämpfung beschäftigt. Wirtschaftliche Interessen und Kostenprobleme hindern allerdings häufig deren Bemühungen, spürbare Verbesserungen durchsetzen zu können (Prof. W. KLOSTERKÖTTER, Essen).

Während Presseberichte die Abneigung der Öffentlichkeit gegen Fluglärm widerspiegeln und bei der Planung des Baus eines neuen Flugplatzes oft ein Entrüstungssturm losbricht, sind die Reaktionen der Piloten weniger bekannt. Sie scheinen eher geneigt den Lärm ihrer Maschinen und des Arbeitsplatzes in Kauf zu nehmen.

Das Hörvermögen der Berufspiloten wird - im Gegensatz zur Bevölkerung - bei den fliegerärztlichen Pflichtuntersuchungen regelmäßig audiometrisch kontrolliert. Das Bundesministerium für Verkehr fordert entsprechend den Richtlinien der ICAO (2) für die Verlängerung der Flugerlaubnis ein Mindesthörvermögen, das vom Fliegerarzt regelmäßig zu überprüfen ist. Unberücksichtigt bleibt dabei die Frage, ob der Fluglärm eine Hörschädigung verursacht, die im Extremfall als Berufskrankheit anerkannt werden müßte. Ein weiteres ungeklärtes Problem ist der Einfluß des Fluglärms auf das Vegetativum der Piloten und somit deren Flugsicherheit. Nachdem in einer fliegerärztlichen Untersuchungsstelle zahlreiche Messungen von zivilen Piloten vorlagen, erschien es sinnvoll, die Audiogramme zusammen mit den Ergebnissen einer Umfrageaktion unter folgenden Gesichtspunkten auszuwerten:

1. Wie beeinflußt das Lebensalter das Gehör der Piloten?
2. Wie ändern sich die Meßergebnisse in dreijährigen Untersuchungsabständen?
3. Wie verhält sich das Hörvermögen der ehemaligen Wehrmachtsflieger zu gleichaltrigen späten Anfängern?
4. Welchen Einfluß hat die Flugstundenzahl auf das Gehör?
5. Wie wirkt der geflogene Maschinentyp auf das Hörvermögen?

Weitere Fragen sollten Aufschluß über die subjektive Einstellung der Piloten zum Lärm geben:

6. Hat sich durch den Fluglärm Ihre Hörfähigkeit verschlechtert?
7. Sind Sie besonders lärmempfindlich?
8. Beeinflußt der Lärm Ihre Leistungen?
9. Wie äußert sich bei Ihnen starker Lärmeinfluß?
10. Reicht Ihrer Meinung nach die heutige Stufe der Lärmbekämpfung aus?

Diese 10 Fragen bilden Thema der folgenden Arbeit und sind in 10 Kapiteln (Methodik, Tabellen und Ergebnisse) zusammengefaßt. Die anschließende kritische Auseinandersetzung faßt die Themen 1 bis 5 (audiometrische Ergebnisse) und 6 bis 10 (subjektiver Teil) zusammen.

B. Hauptteil

Methodik

Von Mai 1962 bis Juli 1969 sind von 128 Piloten insgesamt 693 Audiogramme in der fliegerärztlichen Untersuchungsstelle Nürnberg (Leiter: Dr. med. K. GRASSER) aufgezeichnet worden. Zur Auswertung kamen bei dieser Arbeit nur Audiogramme von Berufspiloten, die an der im Januar 1969 gestarteten Fragebogenaktion teilgenommen hatten.

Von 157 Befragten antworteten 29 Piloten (=22,4 %) nicht.

Die Audiogramme wurden in den sieben Jahren mit einem BEOTON-Gerät in einem optimal ruhigen Praxisnebenraum aufgenommen und umfassen die Frequenzen 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 und 8000 Hz für links und rechts, Luft- und Knochenleitung.

Betrachtet wurden die Frequenzen von 2000 bis 8000 Hz, da in diesem Bereich, wie bereits in anderen Veröffentlichungen nachgewiesen wurde (4,7), am ehesten ein lärmbedingter Hörverlust zu erkennen ist.

Die Fragebogen enthielten drei Themenkreise:

Zur Anamnese:

...Welchen Beruf üben Sie aus?

...Welchen Beruf übten Sie vor Ihrer Flugausbildung aus?

- ... Waren Sie vor Ihrer Flugausbildung besonderen Lärmquellen ausgesetzt?
- ... War Ihr Hörvermögen zu Beginn der Flugausbildung vermindert?
- ... Hatten Sie eine Erkrankung des Gehörs?
Wenn ja: Wann? Ärztlich behandelt? Stellte sich nach der Erkrankung eine Hörminderung ein?
- ... Sind Sie neben der Flugarbeit weiteren Lärmquellen ausgesetzt?

Zur Flugausbildung:

Meine Flugausbildung begann 19.. im Alter von .. Jahren und dauerte .. Jahre bei einer wöchentlich durchschnittlichen Flugstundenzahl von .. Stunden.

Die Schulungsmaschine war vom Typ ... und hatte Funksprechkopfhörer ..., rechts..., links ..., Hörstöpsel ... re. ..., li. ..., Lautsprecher re. ..., li. ...

Welche Maschinen sind Sie nach der Ausbildung geflogen? Maschinentyp ..., Zeitpunkt ..., Flugstundenzahl ... Wann erfolgte eine Umschulung?

Zur subjektiven Einstellung:

- ... Hat sich durch den Fluglärm Ihre Hörfähigkeit verschlechtert?
- ... Sind Sie besonders lärmempfindlich?
- ... Beeinflußt der Lärm Ihre Leistungen?
- ... Wie äußert sich bei Ihnen starke Lärmbelastung?
- ... Reicht Ihrer Meinung nach die jetzige Stufe der Lärmbekämpfung aus?

(Die jeweilige Methodik zu den 10 Unterthemen ist den einzelnen Kapiteln beigelegt.)

Audiometrischer Teil

Thema 1:

Wie beeinflußt das Lebensalter das Gehör der Piloten?

Die 128 Piloten wurden in folgende vier Altersgruppen unterteilt:

A = 54 - 64 Jahre alt (21 Piloten)

B = 44 - 53 Jahre alt (36 Piloten)

C = 34 - 43 Jahre alt (35 Piloten)

D = 24 - 33 Jahre alt (36 Piloten)

Ausgewertet wurde jeweils das letzte Audiogramm vom Juli 1968 bis 1969. Die Mittelwerte der audiometrischen Ergebnisse der vier Altersgruppen sind in Abbildung 1 a für die Frequenzen von 2000 bis 8000 Hz dargestellt. Da der Gesamtmittelwert die Verteilung der einzelnen Hörvermögen nur ungenau wiedergibt, wurde in Anlehnung an die Veröffentlichung von FRÖHLICH über deutsche Militärpiloten (3) die Mittelwerte der Piloten mit

25 % bestem Gehör (M 1)

50 % mittlerem Gehör (M 2)

25 % schlechtestem Gehör (M 3)

für die vier Altersgruppen errechnet (Abb. 1b bis e). Bei den Gruppen A und C war eine genaue Aufteilung nach diesen Prozentsätzen rechnerisch nicht möglich; es wurden daher für A 5/11/5, für C 9/17/9 Piloten gezählt.

Neben den Kurven M 1, M 2, M 3 erscheinen in den Abb. 1 b bis e die Vergleichswerte von FRÖHLICHs

Militärpiloten (3) und JATHOs Standardkurven (4). Die Aufzeichnungen FRÖHLICHs stammen aus dem Jahre 1963. Er wählte die vier Altersgruppen: IV. (51 - 60), III. (41 - 50), II. (31 - 40), I. (21 - 30) Jahre alt und unterteilte diese in zwei Gruppen mit geringer und höherer Flugstundenzahl. Hier wurde jeweils die Gruppe mit höherer Flugstundenzahl angegeben, da aus den Gruppen A bis D die meisten Piloten die höhere Flugstundenzahl erreichten.

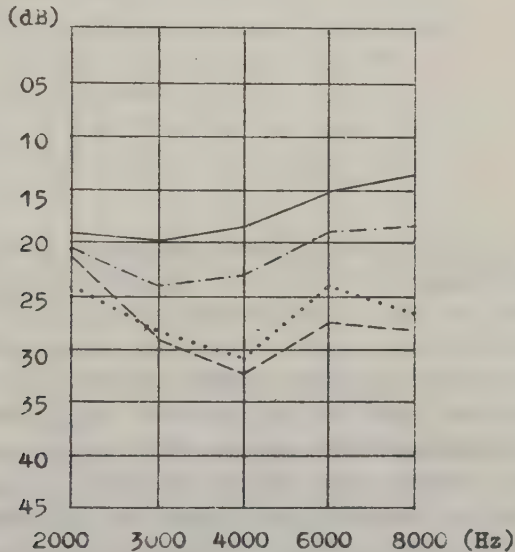


Abb. 1 a: Mittlerer Hörverlust der vier Altersgruppen:

A (54 - 64 J.) ---- B (44 - 53 J.)
 C (34 - 43 J.) -.-. D (24 - 33 J.) ——

Tabelle 1 a

	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
A li	21,6	29,0	31,9	27,3	28,0	
re	22,1	26,6	30,0	27,6	26,0	
B li	24,1	28,0	30,4	24,0	26,2	
re	22,1	28,1	28,3	25,3	24,2	
C li	20,6	24,1	23,1	19,2	18,7	
re	19,3	21,9	22,6	18,2	17,1	
D li	19,2	19,9	18,5	15,2	13,4	
re	19,9	19,3	17,1	13,7	14,0	

Bei 2000 Hz, der tiefsten Frequenz, ist noch kein altersabhängiger Hörverlust zu erkennen. Von 3000 Hz an teilt sich die Spur "fächerförmig". Das mittlere Hörvermögen der jüngsten Gruppe D wird bei höheren Frequenzen konstant besser bis zu Optimalwerten von 13,4 dB (li.) und 14,0 dB (re.) bei 8000 Hz. Die Mittelwerte der zweitjüngsten Gruppe C verschlechtern sich bei 3000 und 4000 Hz (23,1 bis 24,1 dB), erholen sich leicht bei 6000 und 8000 Hz (18,7 bis 17,1 dB). Am ausgeprägtesten ist der Hörabfall bei den beiden älteren Gruppen B und A, deren Werte sich annähern: bei 3000 Hz bzw. 4000 Hz ein Minimum des Hörvermögens, bei 6000 und 8000 Hz leichte Besserung. Gemeinsam ist allen Gruppen das unterschiedliche Hörvermögen für rechts und links (rechts meist besser als links).

Verdeutlicht wird das altersbedingte Verhalten des Hörvermögens in den Abb. 1 b bis e. Die Streuung der Kurven M 1 bis M 3 (25 % mit bestem und schlechte-

stem Gehör, 50 % mit mittlerem Gehör) ist bei den älteren Gruppen am größten und verringert sich bei den jüngeren Piloten. Die Differenz zwischen M 1 und M 2 ist bei den älteren Fliegern geringer als bei M2 und M 3 (mittleres zu schlechtestem Hörvermögen). Die Minima (= Maxima des Hörverlustes) liegen bei den jüngeren Gruppen bei 3000 Hz, bei den älteren bei 4000 Hz, besonders ausgeprägt bei den Kurven mit schlechtestem Hörvermögen. Damit erweisen sich zunächst 3000 Hz, und mit zunehmendem Lebensalter 4000 Hz als die labilsten Frequenzen, bei denen am ehesten ein altersbedingter Hörverlust auftritt. Das Hörvermögen bei 6000 und 8000 Hz liegt bei dieser Untersuchung durchschnittlich immer gering über den Tiefpunkten.

Zusammenfassend lassen sich die Frequenzen folgendermaßen charakterisieren:

3000 Hz	Früher Höranfall und Ausbildung eines Minimums
4000 Hz	Ausgeprägtes Minimum bei älteren Piloten, meist mit 3000 Hz
6000 Hz	Mittelwerte besser als bei 3000 Hz und 4000 Hz
8000 Hz	besser oder schlechter als der Hörabfall bei 6000 Hz

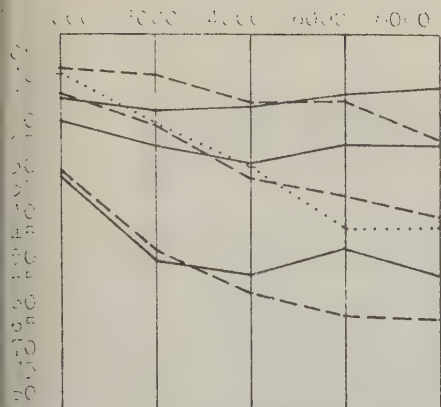


Abb. 1 b (Altersgruppe A)

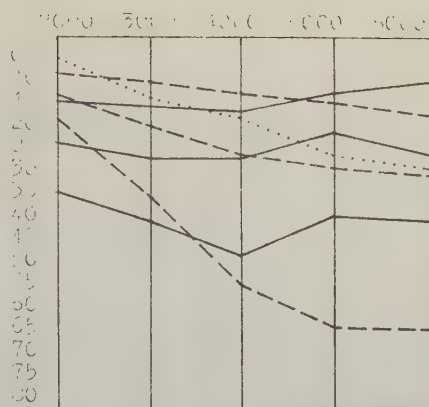


Abb. 1 c (Altersgruppe B)

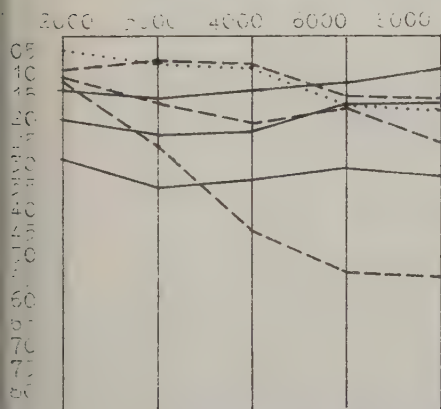


Abb. 1 d (Altersgruppe C)

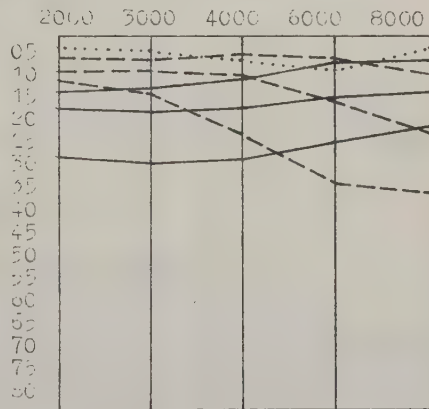


Abb. 1 e (Altersgruppe D)

Abb. 1 b - e: Vergleich der mittleren Altershörverlustkurven M1 bis M3 (—) mit Veröffentlichungen von FRÖHLICH (----) und JATHO (....).

Dargestellt sind:

F1 bzw. M1 = 25 % mit bestem Gehör

F2 bzw. M2 = 50 % mit mittlerem Gehör

F3 bzw. M3 = 25 % mit schlechtestem Gehör

(F1 - 3 = Ergebnisse von FRÖHLICH, M1 - 3 Ergebnisse dieser Untersuchung.)

			2000	3000	4000	6000	8000 Hz
Gruppe A (54 - 64 J.)	M1	li	15,0	18,0	17,0	14,0	13,0
		re	14,0	16,0	17,0	15,0	15,0
	M2	li	20,0	25,0	28,6	25,0	25,4
		re	21,3	24,1	26,8	25,4	25,0
	M3	li	32,0	49,0	55,0	46,0	49,0
		re	32,0	43,0	50,0	45,0	39,0
Gruppe B (44 - 53 J.)	M1	li	15,0	16,2	16,7	12,3	11,4
		re	11,4	13,3	13,5	11,4	8,8
	M2	li	23,0	27,1	27,5	22,8	25,5
		re	20,0	24,7	25,0	20,8	20,0
	M3	li	35,6	41,6	48,4	38,2	42,3
		re	36,7	49,0	49,5	46,6	48,3
Gruppe C (34 - 43 J.)	M1	li	13,9	15,0	13,9	11,4	9,5
		re	12,8	13,4	12,8	8,9	8,9
	M2	li	20,0	23,8	22,6	17,3	16,7
		re	18,8	20,6	20,6	16,5	15,3
	M3	li	28,4	35,0	33,4	30,0	31,7
		re	26,7	32,8	36,1	30,5	28,4
Gruppe D (24 - 33 J.)	M1	li	13,3	12,5	11,2	8,9	9,0
		re	14,5	13,8	10,0	8,4	6,7
	M2	li	17,5	18,6	16,9	13,9	12,5
		re	18,9	17,5	15,6	12,5	12,2
	M3	li	28,4	29,4	28,9	23,9	20,6
		re	27,2	27,2	27,2	21,7	25,0

Tab. 1 b bis e: Mittelwerte der
 25 % besten (= M 1)
 50 % mittleren (= M 2)
 25 % schlechtesten (= M3)
 Hörvermögen innerhalb der vier
 Altersgruppen A - D

(A = 54 - 64 Jahre, B = 44 - 53 Jahre,
 C = 34 - 43 Jahre, D = 24 - 33 Jahre alt)

Thema 2:

Wie ändert sich das Hörvermögen in Meßabständen von 3 Jahren?

Betrachtet wurden die Audiogramme in den Jahren 1963 und 1966 mit den Ergebnissen des Stichjahres 1969 (siehe Thema 1) verglichen. Lag zu dem Zeitpunkt von einem Piloten keine Messung vor, so wurde das zeitlich nächstliegende ausgewertet. Tabelle 2 a bis d nennt die Mittelwerte, die in den Abbildungen 2 a bis d, zunächst für jede Altersgruppe getrennt, in Abbildung 2 e gemeinsam dargestellt sind.

Tabelle 2 a bis d:

		2000	3000	4000	6000	8000 Hz
Gruppe A	1963	17,6	27,4	28,2	23,6	24,3
	1966	20,5	27,4	30,0	25,5	24,6
	1969	21,6	29,0	32,9	27,3	28,0
Gruppe B	1963	21,1	22,1	16,8	19,0	20,9
	1966	21,6	26,9	27,6	24,0	24,2
	1969	24,1	28,0	30,4	24,8	26,2
Gruppe C	1963	19,4	17,8	19,3	15,2	12,0
	1966	18,2	24,1	23,0	18,6	18,7
	1969	20,6	24,1	23,1	19,2	18,7
Gruppe D	1963	17,5	16,1	13,5	10,7	9,0
	1966	17,2	17,6	4,6	12,0	12,9
	1969	19,5	19,9	18,5	15,2	13,6

Ergebnis:

Der mittlere Hörverlust ist bei den Gruppen, die sich in 10 Lebensjahren unterscheiden, deutlich ausgeprägt.

Auch kürzere Zeiträume zeigen, wie aus den Abbildungen 2 a - d ersichtlich, einen Hörabfall. Nur bei zwei Frequenzpunkten (C und D / 2000 Hz) liegen die Werte der drei Jahre später erfolgten Messung gering über dem Vorergebnis. (C: 19,4 - 18,2, D: 17,5 - 17,2). Dies mag auf Fehlmessungen zurückzuführen sein und ist sicher nicht typisch. Auffallend dagegen ist die regelmäßige Senkung des mittleren Hörvermögens in den jeweils drei Meßabständen. Die Kurven liegen dabei nicht parallel untereinander, d. h. der Hörverlust läßt bei den verschiedenen Frequenzen, Jahren und Altersgruppen keine Systematik erkennen. Erhalten bleibt die in Thema 1 beschriebene Tendenz der älteren Gruppen nach 3000 und 4000 Hz hin abzufallen, sich bei 6000 Hz leicht zu erholen und bei 8000 Hz zu bessern oder zu verschlechtern.

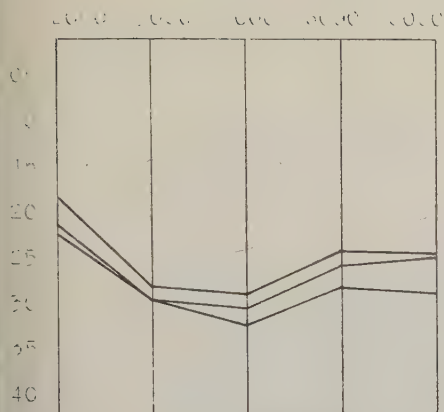


Abb. 2 a (Altersgruppe A)

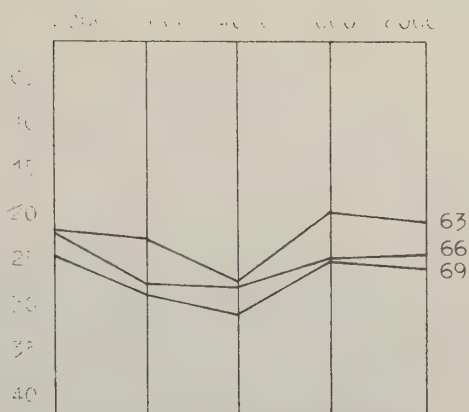


Abb. 2 b (Altersgruppe B)

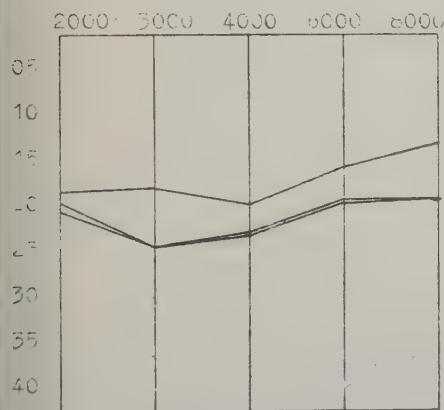


Abb. 2 c (Altersgruppe C)

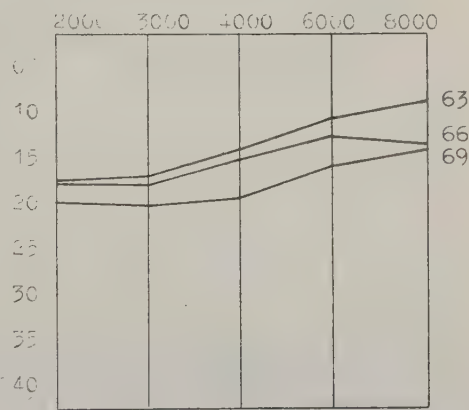
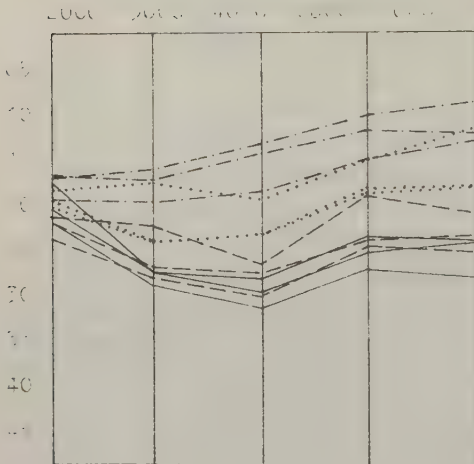


Abb. 2 d (Altersgruppe D)

Abb. 2 a - d: Wie ändert sich der mittlere Hörverlust in Messabständen von drei Jahren innerhalb der vier Altersgruppen? Die Messungen wurden 1963 - 1966 - 1969 vorgenommen.

Abb. 2 e: Zusammenfassung der Abb. 2 a - d:
(A ———, B ----, C, D -.-.)



Ergebnis:

Die drei Jahreskurven aller vier Altersgruppen, die sich bekanntlich in 10 Jahren unterscheiden, geben ein fortlaufendes Meßergebnis über 40 Jahre in 12 Einzelmessungen, die alle 3 bzw. 4 Jahre stattfanden. Die Individualität der Einzelperson wurde dabei außer acht gelassen.

2000 Hz zeigt als Optimum der ersten Audiogrammhälfte (vgl. Thema 1) eine deutliche Stabilität. Mit zunehmendem Alter nimmt der Hörverlust bei 3000 und 4000 Hz deutlich zu, fallen ebenfalls die Werte um 6000 Hz bis 8000 Hz stark ab, ohne dabei die Minima der beiden vorherigen Frequenzen zu erreichen. Diese geringe Besserung der Frequenzen von 6000 und 8000 Hz unterscheidet sich von den Ergebnissen FRÖHLICHs (3) und JATHOs (4).

Thema 3:

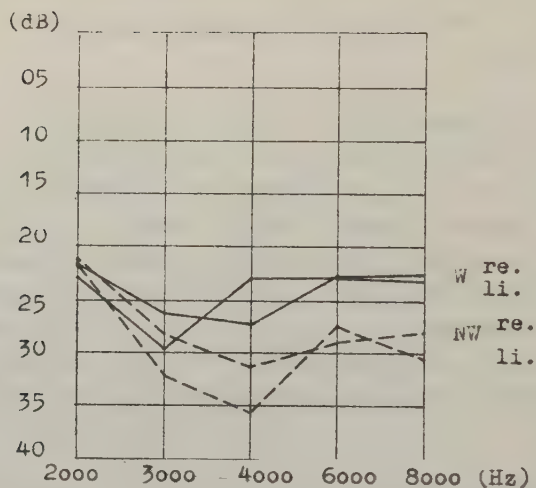
Wie verhält sich das Hörvermögen ehemaliger Wehrmachtsflieger zu gleichaltrigen späten Fluganfängern?

Von den 57 Piloten der beiden Altersgruppen A und B (44 - 64 Jahre alt) waren 43 (= 75,6 %) im Zweiten Weltkrieg als Flieger eingesetzt. Die Flugausbildung der 14 "späten Anfänger" begann dagegen ca. 30 Jahre später. Inwieweit der wesentlich längere Flugeinsatz der ersten Gruppe (W), deren früher Beginn mit 18 bis 20 Jahren und anschließender Einsatz unter harten seelischen Bedingungen sich bei den audiometrischen Ergebnissen widerspiegelt, soll Abb. 3 zeigen.

Es wurden die Mittelwerte der beiden Gruppen im Bereich von 200 bis 8000 Hz gegenübergestellt.

Ergebnis:

Die Vergleichskurven zeigen beide den charakteristischen Verlauf der ihnen entsprechenden Altersgruppen A und B (siehe oben). Die ehemaligen Wehrmachtsflieger haben gegenüber den späten Anfängern auf nahezu allen Frequenzen das bessere Hörvermögen für rechts und links (Ausnahme: 2000 Hertz). Die Maxima liegen erwartungsgemäß bei 3000 und 4000 Hz, ausgeprägter bei den späten Anfängern (NW).



	2000	3000	4000	6000	8000 Hz
W li	29,8	29,9	23,1	23,1	23,7
re	21,3	26,3	27,1	22,9	22,7
NW li	21,8	31,9	35,5	27,3	30,7
re	21,1	28,4	30,8	29,2	28,1

Abb. u. Tab.3: Vergleich der mittleren Hörverlustkurven ehemaliger Wehrmachtsflieger (W —) mit späten Fluganfängern (NW ----).

Thema 4:

Welchen Einfluß hat die Gesamt-Flugstundenzahl auf das Gehör der Piloten?

In Frage 6 und 7 wurden die Flieger nach der wöchentlich durchschnittlichen Flugstundenzahl gefragt. Daraus ließ sich die Gesamtstundenzahl annähernd errechnen, sofern dies nicht angegeben war. Bei zwei Piloten fehlten entsprechende Angaben; sie blieben somit hier unberücksichtigt.

Die 126 Piloten wurden in sechs Vergleichsgruppen mit unterschiedlicher Flugstundenzahl ohne Rücksicht auf Alter, Maschinentyp o. p. unterteilt. Der mittlere Hörverlust dieser sechs Gruppen wurde errechnet (Tab. 4 a) und für die Frequenzen von 2000 bis 8000 Hz in Abb. 4 a dargestellt (li. Ohr).

Um den bekannten Einfluß des Lebensalters auf die Hörminderung berücksichtigen zu können, wurde in Abb. 4 b der Anteil der vier Altersgruppen innerhalb der sechs Flugstundengruppen skizziert.

Weiterhin wurde untersucht, wie sich in den Altersgruppen die Hörkurven der Flieger mit jeweils 33 % der meisten (z), mittleren (y) und geringsten (x) Flugstunden zueinander verhalten (siehe Abb. c bis f).

Tab. 4 b: Altersgruppenverteilung innerhalb der sechs Flugstundengruppen:

Flugstunden	24-33	34-43	44-53	54-64	Jahre
a (0 - 1500)	7	6	2	2	
b (1501 - 3000)	8	5	7	1	
c (3001 - 4999)	13	7	6	4	
d (5000 - 7500)	3	10	8	5	
e (7501 - 10000)	5	6	3	3	
f (10001 - 17000)	0	1	9	5	

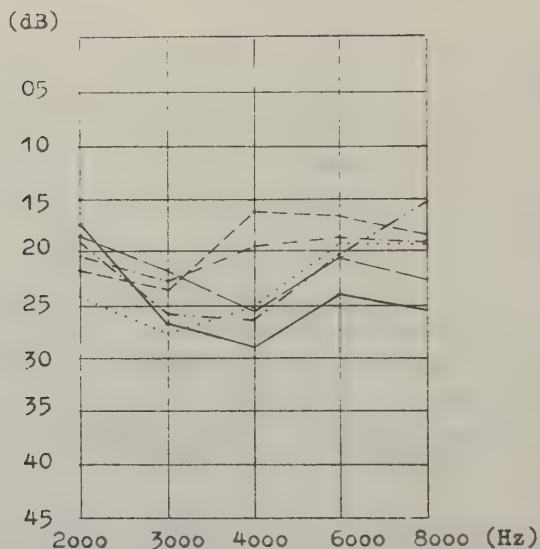


Abb. 4 a: Die Abhängigkeit des mittleren Hörverlustes von den Flugstunden. Das Alter der Piloten wurde hier nicht berücksichtigt.

- a (100 - 1500 Std. ----) 17 Piloten
- b (1501 - 3000 Std.) 21 Piloten
- c (3001 - 4999 Std. -.-.) 30 Piloten
- d (5000 - 7500 Std. — —) 26 Piloten
- e (7501 - 10000 Sta. -...) 17 Piloten
- f (10001 - 17000 Std. ———) 15 Piloten

Tabelle 4a :

		2000	3000	4000	6000	8000	Hz
a	li	21,7	23,5	21,2	16,7	18,2	
	re	19,8	21,8	21,5	18,8	17,0	
b	li	24,0	27,6	25,0	19,3	19,5	
	re	22,6	23,6	23,6	18,9	19,7	
c	li	20,6	23,3	19,5	18,6	19,2	
	re	22,1	22,5	22,1	19,5	20,4	
d	li	18,4	21,9	25,3	20,4	23,0	
	re	17,9	20,0	23,6	21,3	26,0	
e	li	19,1	25,6	26,2	20,3	15,3	
	re	19,7	20,6	20,3	16,4	14,7	
f	li	17,3	26,6	29,0	24,0	25,3	
	re	23,3	24,3	26,3	22,3	22,0	

2000 3000 4000 6000 8000 (Hz)

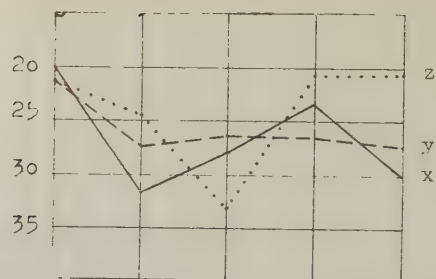


Abb. 4 b Altersgruppe A (54 - 64 Jahre alt)

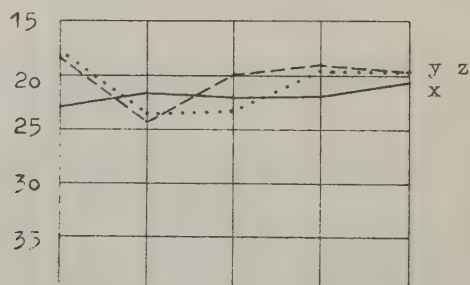


Abb. 4 c Altersgruppe B (44 - 53 Jahre alt)

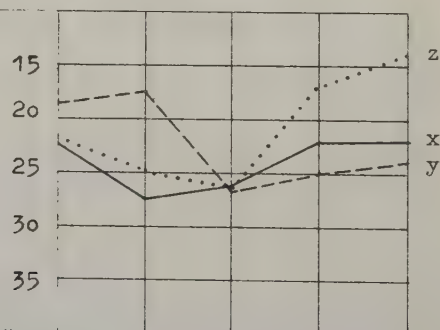


Abb. 4 d Altersgruppe C (34 - 43 Jahre alt)

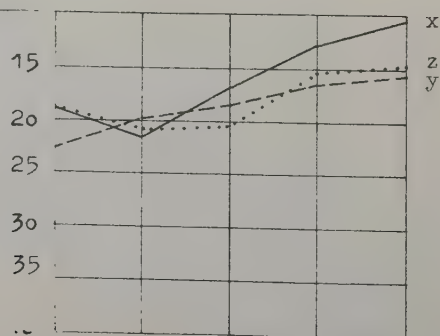


Tabelle 4 b - e:

Mittlerer Hörverlust der Piloten mit jeweils 33 %
der geringsten (x), mittleren (y) und höchsten (z)
Flugstundenzahl innerhalb der vier Altersgruppen
A-D (Abb. siehe oben)

		2000	3000	4000	6000	8000	Hz
A	x li	20,0	31,4	27,9	23,6	30,0	
	re	24,3	27,2	25,8	22,2	22,9	
	y li	21,4	27,2	26,4	26,4	27,2	
	re	19,3	27,8	28,6	25,8	23,5	
	z li	21,4	24,3	32,9	20,7	20,7	
	re	20,8	23,5	27,9	22,2	20,7	
B	x li	23,1	21,8	22,2	22,2	21,4	
	re	21,8	20,4	26,8	23,6	20,0	
	y li	18,6	24,6	20,0	19,1	19,5	
	re	17,7	20,4	20,9	16,8	17,7	
	z li	17,7	23,6	23,6	15,9	15,9	
	re	18,6	18,6	19,5	16,8	16,4	
C	x li	22,5	27,5	26,0	22,0	22,0	
	re	21,0	26,0	27,5	25,0	22,0	
	y li	18,5	17,5	26,5	25,0	24,0	
	re	21,5	24,5	21,5	21,5	15,5	
	z li	21,8	24,9	26,3	16,8	14,1	
	re	22,2	23,2	23,2	21,4	21,8	
D	x li	19,3	21,6	17,1	12,9	10,8	
	re	20,4	19,5	17,9	14,1	12,9	
	y li	22,5	19,6	18,7	16,2	15,8	
	re	18,3	19,6	18,7	15,2	15,0	
	z li	18,5	20,8	20,4	15,4	14,6	
	re	18,7	17,9	14,6	13,3	13,3	

x-y-z sind in den einzelnen Gruppen folgendermaßen verteilt:

A x = 1000-4000 Std. —	B x = 400 -3500 Std.
y = 4400-8500 " ---	y = 4000-5900 "
z = 9000-14000 " ...	z = 6000-8500 "
C x = 400-2600 Std.	D x = 50 -2500 Std.
y = 3500-5600 "	y = 3500-5600 "
z = 6000-8500 "	z = 6000-8500 "

Ergebnis:

Die Gesamtstundenzahl innerhalb der Altersgruppen schwankt erheblich. Erwartungsgemäß sind die jüngeren Piloten weniger geflogen (Maximum bei 5000 bzw. 7500 Std.), die älteren verhältnismäßig mehr (siehe Abb. 4 b). Die Vergleichskurven zeigen bei keiner Frequenz eine regelrechte Zunahme des Hörverlustes mit höherer Flugstundenzahl. Die Reihenfolge im Abfall der mittleren Hörkurven ändert sich bei jeder Frequenz. Eine eventuelle Abhängigkeit von den Flugstunden hätte einen Hörabfall von a nach f erwarten lassen (siehe Abb. 4 a).

Unabhängig vom absoluten Meßwert ist bei den Kurven a bis f allerdings eine Charakteristik bemerkbar: die Kurven geringerer Flugstundenzahl (a - b - c) zeigen bei 3000 Hz einen geringen Hörverlust, sie verbessern sich bei 4000 bis 8000 Hz. Sie entsprechen somit den Tendenzen der altersbedingten Hörminderung der Gruppen C und D (siehe Thema 1).

Bei d - e - f ist der Abfall bei 3000 Hz deutlicher und verstärkt sich nach 4000 Hz, während nach 6000 und 8000 Hz eine leichte Verbesserung auftritt. Hier also mehr das Verhalten der Altersgruppen A und B. Bei allen Kurven ist dieser Trend deutlicher als nach dem relativen Anteil der Altersgruppen zu erwarten.

Betrachtet man die Mittelwertskurven innerhalb der vier Altersgruppen A - D, getrennt nach mittlerer, geringster und höchster Flugstundenzahl, so fällt ebenso die Unregelmäßigkeit auf: keineswegs ist der Hörverlust geringer bei niedriger Flugstundenzahl. Bei allen Frequenzen ist eine flugstundenabhängige Verschiebung in den schlechteren Hörbereich nicht zu beobachten. Der Verdacht, mit zunehmender Flugstundenzahl verschöbe sich das Abfallsmaximum von 3000 auf 4000 Hz, kann nicht bestätigt werden.

Thema 5:

Welchen Einfluß hat der Maschinentyp auf das Gehör?

Zunächst bedarf es einer Übersicht über die geflogenen Maschinen und über die Häufigkeit der Umschulung bzw. eines Wechsels auf einen anderen Typ. Darüber geben die Tab. 5 e und f im Anhang Auskunft. Tab. 5 e nennt die Häufigkeit des Maschinenwechsels in einem Zeitraum von drei Jahren (1966 bis 1969).

Tab. 5 f nennt die geflogenen Maschinen der
Propeller- (ein-, zwei-, viermotorig)
Turboprop-
Jet-
Hubschrauberklasse,
deren PS bzw. kp-Zahl und Motorentyp.

Bei 93 Piloten konnte der regelmäßig geflogene Typ ermittelt werden. Deren Audiogramme wurden einzeln in den Abb. und Tab. 5 a - d für die Frequenzen von 2000 bis 8000 Hz gezeichnet, wobei die geflogene Flugzeugklasse graphisch unterschieden wird (Stichjahr ist 1966). Innerhalb der Flugzeugklassen konnten die einzelnen Fabrikate nicht berücksichtigt werden, so daß z. B. PA 28, B 23 A und DO 27 alle unter einmotorigen Kolben-(Propellermaschinen) zusammengefaßt werden. Ebenso konnten im einzelnen nicht die geflogenen Wehrmachtsmaschinen getrennt betrachtet werden.

Folgende Abkürzungen werden verwandt:

WP-1 = früher Wehrmachtsflg., heute einmot. Prop.
P-1 = fliegt einmotorige Propellermaschinen
P-2 = " zwei - " - " "
P-4 = " vier - " - " "
J = " Jets
H = " Hubschrauber
T = " Turboprop.

Fliegt ein Pilot gleichzeitig mehrere Typen, so werden die Abkürzungen summiert.

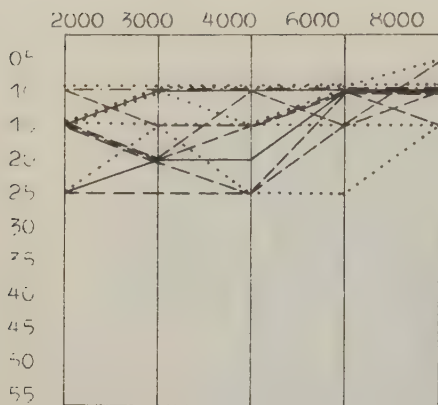
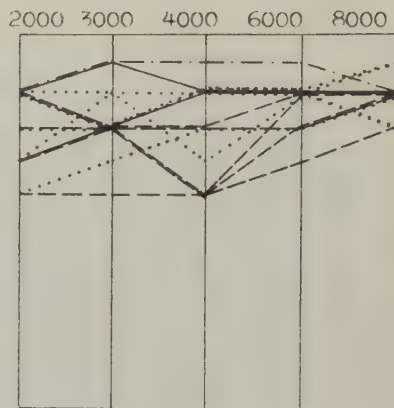


Abb. 5 aa (li. Ohr)



(re. Ohr)

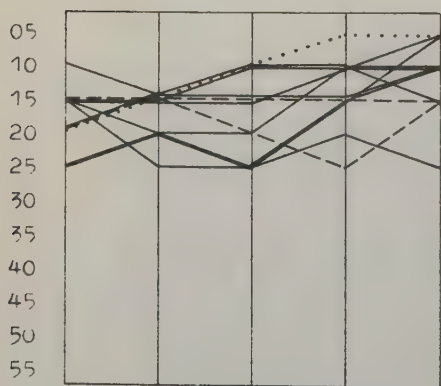
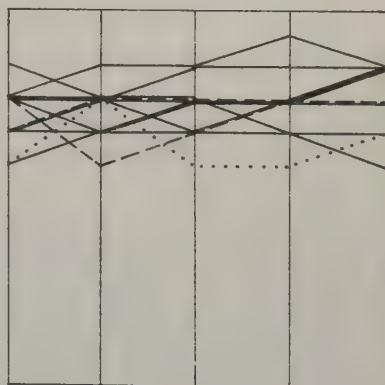


Abb. 5 ab (li. Ohr)



(re. Ohr)

Hörverlust in Abhängigkeit vom Flugzeugtyp. Altersgruppe D
(24 - 33 Jahre). 24 Piloten flogen folgende Maschinen:

Einmot. Propellermaschinen (----) 2 Piloten.

Abb. 5 aa: Zweimot. " (---) 1 Pilot.

Jets (....) 5 Piloten.

Mehrmot. Prop. u. Jets (----) 5 Piloten.

Prop. u. Jets (——) 8 Piloten.

Abb. 5 ab: Hubschrauber u. Prop. (----) 2 Piloten.

Turboprop u. Prop. (....) 1 Pilot.

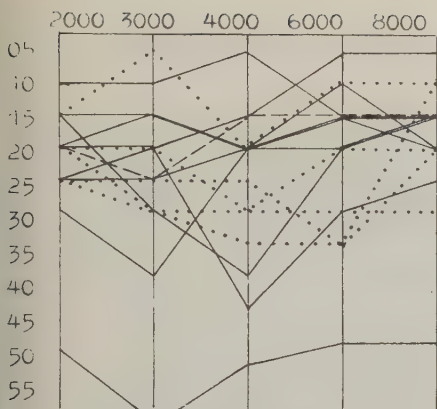
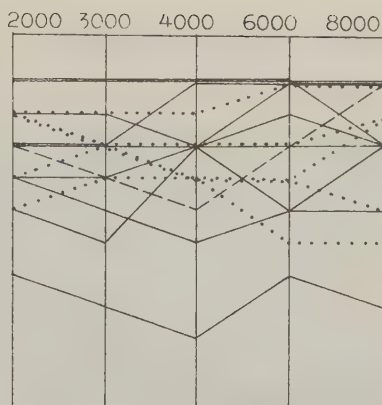


Abb. 5 ba (li. Ohr)



(re. Ohr)

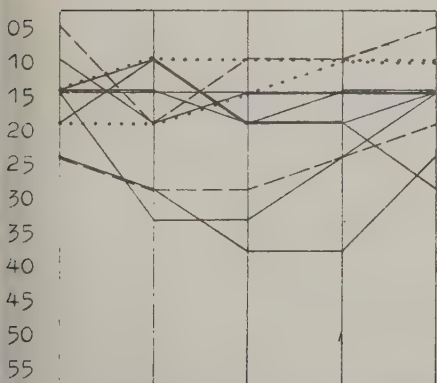
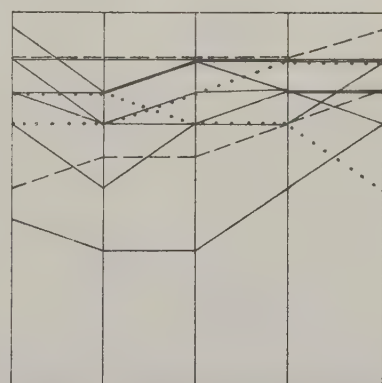


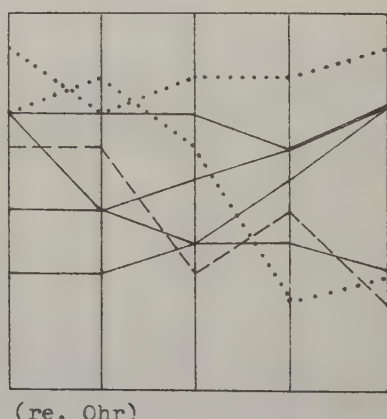
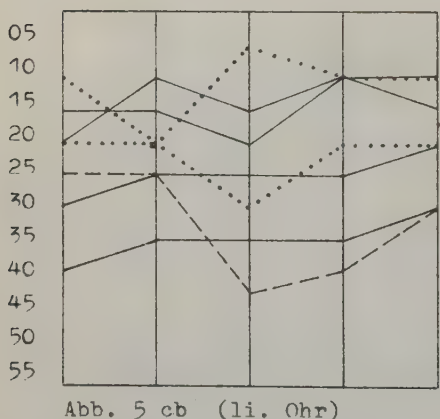
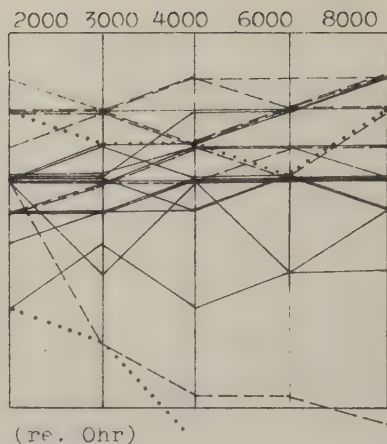
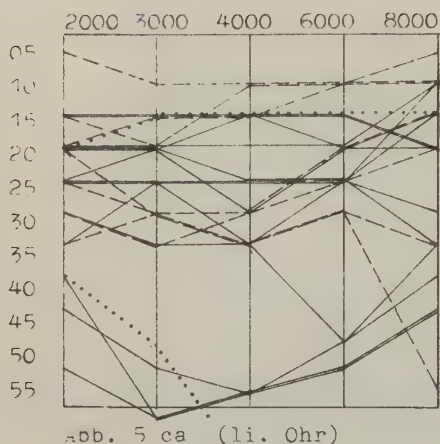
Abb. 5 bb (li. Ohr)



(re. Ohr)

Hörverlust in Abhängigkeit vom Flugzeugtyp, Altersgruppe C
(34 - 43 Jahre). 26 Piloten flogen folgende Maschinen:

	Einmot. Propellermaschinen (—————)	9 Piloten.
Abb. 5 ba:	Zweimot. " (- - - - -)	1 Pilot.
	Ein- u. Mehrmot." (.....)	5 Piloten.
	Jets (—————)	7 Piloten.
Abb. 5 bb:	Jets u. Prop. (- - - - -)	2 Piloten.
	Hubschrauber (.....)	2 Piloten.



Hörverlust in Abhängigkeit vom Flugzeugtyp. Altersgruppe B
(44 - 53 Jahre). 29 Piloten flogen folgende Maschinen:

	Einmot. Prop. (ehem. Wehrm.Flg.)	(———)	13 Piloten.
Abb. 5 ca:	Einmot. Prop. (späte Anfänger)	(- - - -)	7 Piloten.
	Zweimot. Prop.	(····)	2 Piloten.
	Ein- u. Mehrmot. Prop.	(———)	4 Piloten.
Abb. 5 cb:	Jets	(- - - -)	1 Pilot.
	Prop. u. Jets	(····)	2 Piloten.

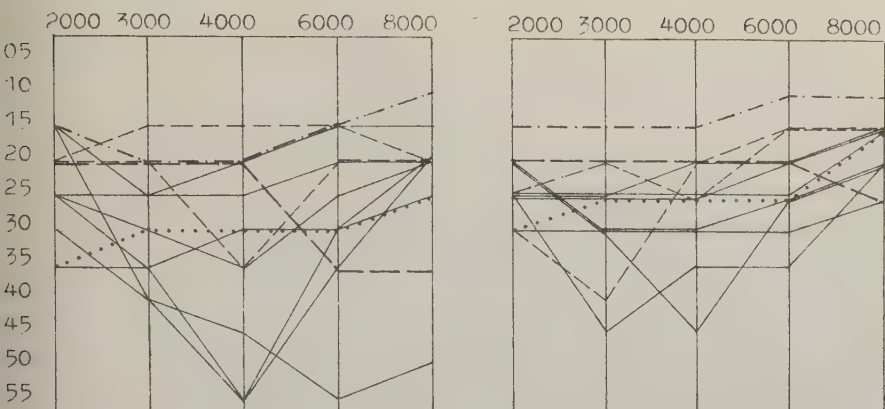


Abb. 5 d (li. Ohr)

(re. Ohr)

Hörverlust in Abhängigkeit vom Flugzeugtyp, Altersgruppe A (54 - 64 Jahre). 12 Piloten flogen folgende Maschine:

Einmot. Prop. (ehem. Wehrm.Flg.)	(———)	7 Piloten.
Einmot. u. zweimot. Prop. (")	(----)	2 Piloten.
Einmot. Prop. (späte Anfänger)	(....)	1 Pilot.
Hubschrauber	(.-.)	1 Pilot.
Hubschrauber u. Einmot. Prop.	(---)	1 Pilot.

Ergebnisse:

In Tabelle 5 f sind außer den ehemaligen Wehrmachtsmaschinen alle Flugzeugtypen genannt, die von den Untersuchten geflogen wurden. 39 Piloten flogen ausschließlich einmotorige, 4 zweimotorige und 17 ein- bis viermotorige Propellerflugzeuge. Diese Gruppe ist somit am stärksten gegenüber 13 Jet-, 12 Jet- und Prop vertreten, während Hubschrauber von zwei, Turboprop nur von einem Piloten ausschließlich geflogen wurden.

Ältere Piloten der Gruppen A und B bevorzugten Propellermaschinen, dagegen überwiegt bei den jüngeren der Anteil der Jetflieger.

Zum Stichjahr 1966 entfallen auf die Gruppe

A (54 - 64 Jahre) - 10 Prop. - 1 Jetflg.

B (44 - 53 Jahre) - 26 Prop. - 3 Jetflg.

C (34 - 43 Jahre) - 15 Prop. - 11 Jetflg.

D (24 - 33 Jahre) - 9 Prop. - 16 Jetflg.

Bereits 1969 sind 41 Piloten auf andere Maschinen umgestiegen, 52 veränderten sich nicht (Tab. 5 e).

Bei Betrachtung der einzelnen Hörverlaufskurven (Abb. 5 a - d) fällt kein ähnlicher Verlauf der Flieger gleicher Maschinenklassen auf. Erwartungsgemäß liegen, wie bei dem Vergleich der vier Altersgruppen ersichtlich, die Hörkurven bei den jüngeren Piloten im günstigeren Bereich. Negativsenken, d. h. Frequenzen mit deutlicher Hörschwellensenkung, sind über alle Bereiche verteilt. Häufigste Minima sind bei den Prop. 1-Fliegern bei 3000 Hz und 4000 Hz zu beobachten, während 8000 Hz wenig betroffen ist und 6000 Hz bei keinem einen Hörschwellentiefpunkt aufweist. Die ehemaligen Wehrmachtsflieger zeigen bei 4000 Hz häufigste Minima, bei 3000, 2000 und 8000 Hz zweithäufigsten Hörverlust. Auch bei den Fliegern aller Propellerklassen ist 4000 Hz am meisten, dann 2000 und 3000 Hz betroffen. Die Häufung der größten Hörverluste bei 3000 und 4000 Hz ist auch bei Jetfliegern zu beobachten.

Einen physiologischen Hörabfall, d. h. zunehmende Hörminderung konstant von niederen zu höheren Frequenzen, zeigen nur 7 Probanden. Hier liegt das Minimum bei 8000 Hz. 6000 Hz ist insgesamt auffallend selten das Minimum, deutlicher sind die Verluste bei 4000 und 3000 Hz, seltener bei 2000 Hz.

Aus dieser Übersicht ist ein maschinenabhängiger Hörkurvenverlauf nicht zu erkennen.

Subjektiver Teil

Die subjektive Einstellung der Piloten zum
Fluglärm und dessen Folgen

Die in der Einleitung als Themen 6 bis 10 der Umfrage
genannten Fragen sollten von den Piloten mit Ja oder
Nein beantwortet werden. Ein fehlendes Ergebnis wurde
als Enthaltung gezählt.

Bei der Auswertung wurden die Ja-bzw. Nein-Antworten
und Enthaltungen in den Themenpunkten 6, 7, 8 und 10
jeweils numerisch und prozentual verglichen und abge-
bildet:

- a) Vergleich aller Antworten
- b) Vergleich der vier Altersgruppen A - D
- c) Vergleich der ehemaligen Wehrmachtsflieger (W)
zu gleichaltrigen späten Fluganfängern (NW).

Thema 6:

Hat sich durch den Fluglärm Ihre Hörfähigkeit ver-
schlechtert?

Bei der Beantwortung dieser Frage konnte gewählt werden
zwischen

nein - ja, gering - ja, deutlich - ja, stark.

Die Antworten wurden nach oben genanntem Schema a - c
verglichen und in den anfolgenden Abbildungen 6 d - g
die mittleren Hörvermögen der Ja-bzw. Nein-Antworten
innerhalb der vier Altersgruppen A - D dargestellt.

Thema 7:

fragte nach der subjektiven Lärmempfindlichkeit. Hier waren ebenfalls Ja oder Nein zu antworten. Die Ergebnisse wurden wie in Thema 6 als 7 a - c und d - g ausgewertet.

Thema 8:

Beeinflußt der Lärm Ihre Leistungen?

Entspricht in der Auswertung den Themen 6 und 7, ohne die Ergänzung d - g.

Thema 9:

Wie äußert sich bei Ihnen starke Lärmbelastung?

Bei dieser Frage waren keine Alternativantworten gegeben. Die in Tabelle 9 genannten psychischen und physiologischen Folgeerscheinungen starker Lärmbelastung sind von den Piloten genannt worden. Eine Häufung der Angaben war möglich. Die Zahlenangaben hinter den Charakteristika zeigen die Häufung ihrer Nennung.

Thema 10:

Reicht Ihrer Meinung nach die jetzige Stufe der Lärmbekämpfung aus?

Diese Frage wurde wieder nur mit Ja oder Nein beantwortet und wie in Thema 6 bzw. 7 a - c ausgewertet.

Die Verbesserungsvorschläge, nach denen im Fragebogen abschließend gefragt wurde, sind im Kapitel der kritischen Auseinandersetzung dieser Arbeit berücksichtigt.

Thema 6: Hat sich durch den Fluglärm Ihre Hörfähigkeit verschlechtert?

Tab. 6 a

Anz.		%	(davon JA,)
68	JA (Gesamt)	53	gering : 56 (43,7 %)
59	NEIN	46	deutlich: 9 (7,3 %)
1	ENTHALTUNGEN		stark : 3 (2,3 %)

Tab. 6 b

NEIN:			JA:	
Anz.	%		Anz.	%
8	380	A (54 - 64 Jahre)	13	620
13	372	B (44 - 53 Jahre)	22	628
14	382	C (34 - 43 Jahre)	21	618
24	666	D (24 - 33 Jahre)	22	333

Tab. 6 c

NEIN:			JA:	
Anz.	%		Anz.	%
17	395	Ehem. Wehrmachtsflg.	26	605
4	305	Stäte Anfänger	9	695

Abb. 6 a

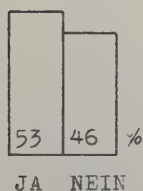


Abb. 6 b: JA Antw.

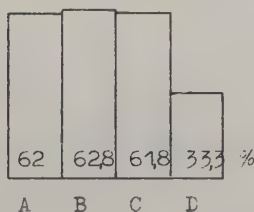
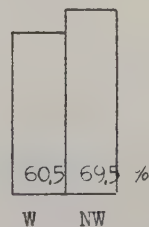


Abb. 6 c



Tab. u. Abb. 6 a: Gesamtvergleich der JA- und NEIN-Antworten

Tab. u. Abb. 6 b: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten innerhalb der vier Altersgruppen.

Tab. u. Abb. 6 c: Vergleich der JA- und NEIN- Antworten der ehemaligen Wehrmachtsflieger zu späteren gleichaltrigen Anfängern.

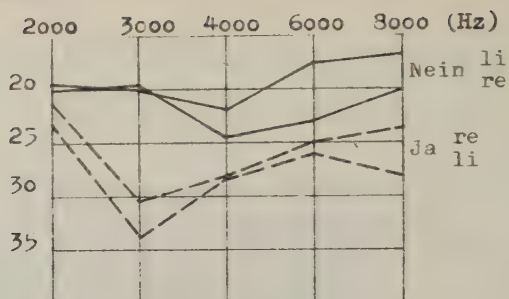


Abb. 6 d Altersgruppe A (54 - 64 Jahre alt)

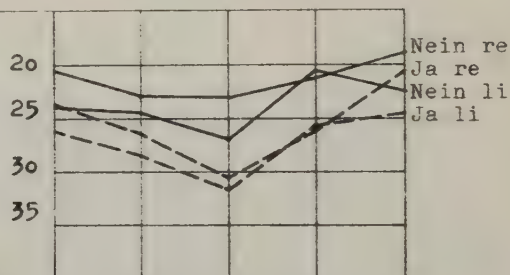


Abb. 6 e Altersgruppe B (44 - 53 Jahre alt)

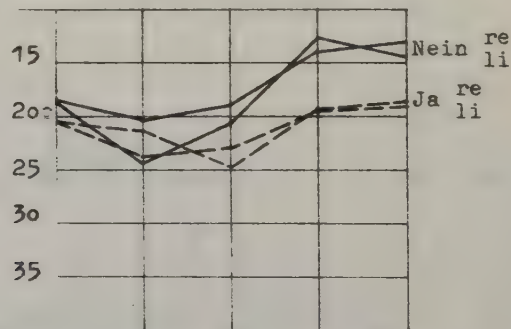
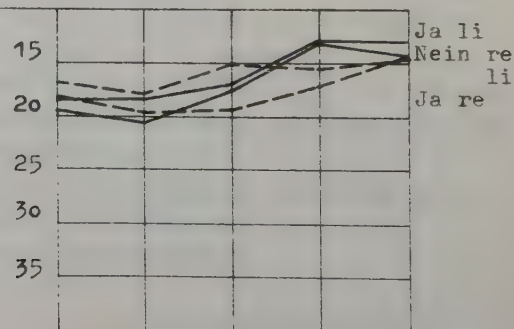


Abb. 6 f Altersgruppe C (34 - 43 Jahre alt)



	2000	3000	4000	6000	8000	Hz	
6d	19,4	20,0	21,9	17,5	16,9	li	Nein
	20,0	19,4	24,4	23,1	20,0	re	
	23,4	33,8	28,4	25,8	28,0	li	Ja
	21,1	30,4	28,0	25,0	23,8	re	
6e	23,8	24,6	26,9	20,4	22,6	li	Nein
	20,4	23,0	22,3	21,1	18,8	re	
	26,1	28,4	31,7	25,6	24,7	li	Ja
	23,2	26,3	30,4	26,1	20,5	re	
6f	18,6	24,3	20,3	17,7	14,4	li	Nein
	18,2	20,3	18,8	13,9	12,9	re	
	20,5	23,8	23,0	19,5	19,0	li	Ja
	20,3	21,3	24,8	19,3	18,8	re	
6g	19,6	20,6	17,1	13,3	14,4	li	Nein
	18,5	18,3	16,9	12,9	12,9	re	
	18,3	19,6	19,3	17,1	14,3	li	Ja
	16,6	17,9	15,0	15,4	14,6	re	

Tabelle 6 d - g

Mittlerer Hörverlust der jeweils mit Ja bzw. Nein
antwortenden Piloten innerhalb der vier Altersgruppen.
(Abbildung umseitig)

Erläuterungen zu den Abbildungen und Tabellen 6 a - g:

Die Mehrzahl der Piloten glaubt durch den Lärmeinfluß in der Hörfähigkeit beeinträchtigt worden zu sein (53 %). Während 59 Piloten (= 46 %) diese Frage verneinen, sind 9 (= 7,3 %) angeblich deutlich, 3 (= 2,3 %) bereits stark geschädigt. Der Anteil der Ja-Antworten ist bei den Altersgruppen A - C mit ca. 62 % fast gleich hoch, bei den jüngsten Piloten mit 33 % am niedrigsten. Ehemalige Wehrmachtsflieger glauben zu 60,5 %, ihre Altersgenossen zu 69,3 % lärmgeschädigt zu sein. Ein Vergleich der audiometrischen Mittelwerte der Ja- bzw. Nein-Antworten zeigt ein besseres Gehör für die subjektiv nicht Lärmgeschädigten im Bereich von 2000 bis 8000 Hz. Bei niederen Frequenzen liegen die Werte annähernd gleich. Die Differenz der Ja- und Nein-Gruppen nimmt bei den jüngeren Probanden ab und ist bei D kaum noch zu erkennen.

Thema 7: Sind Sie besonders lärmempfindlich?

Tab. 7 a

Anz.		%
32	JA	25
93	NEIN	72
4	ENTHALTUNGEN	3

Tab. 7 b

NEIN:			JA:	
Anz.	%		Anz.	%
13	62	A (54 - 64 Jahre)	8	38
24	75	B (44 - 53 Jahre)	8	25
26	74,3	C (34 - 43 Jahre)	9	25,7
30	86,2	D (24 - 33 Jahre)	6	13,8

Tab. 7 c

NEIN:			JA:		
Anz.	%		Anz.	%	
30	69,7	Ehem. Wehrmachtsflg.	11	25,6	+ 2 Enthaltg.
7	50	Späte Anfänger	3	5,7	+ 2 Enthaltg.

Abb. 7 a

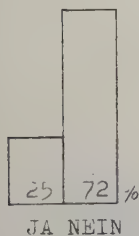


Abb. 7 b: JA Antw.

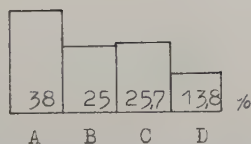
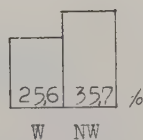


Abb. 7 c



Tab. u. Abb. 7 a: Gesamtvergleich der JA- und NEIN-Antworten

Tab. u. Abb. 7 b: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten innerhalb der vier Altersgruppen.

Tab. u. Abb. 7 c: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten der ehemaligen Wehrmachtsflieger zu späteren gleichaltrigen Anfängern.

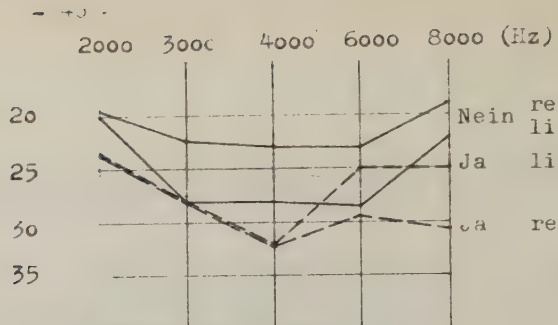


Abb. 7 d Altersgruppe A (54 - 64 Jahre alt)

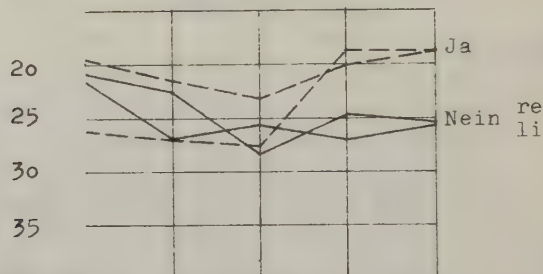


Abb. 7 e Altersgruppe B (44 - 53 Jahre alt)

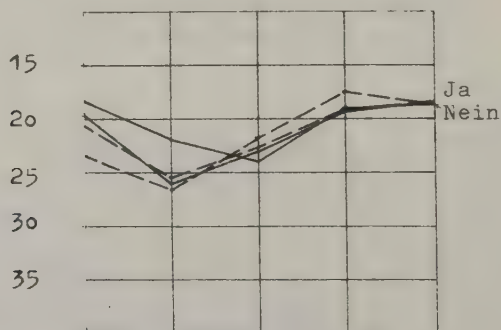


Abb. 7 f Altersgruppe C (34 - 43 Jahre alt)

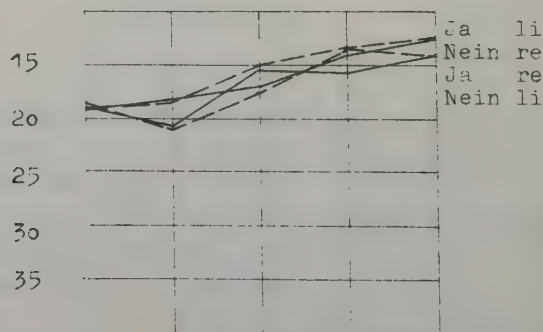


Abb. 7 g Altersgruppe D (24 - 33 Jahre alt)

	2000	3000	4000	6000	8000	Hz	
7d	20,0	28,1	28,4	28,4	21,9	li	Nein
	19,6	22,6	23,1	23,1	18,8	re	
	23,7	28,1	31,9	25,0	25,0	li	Ja
	23,7	27,1	31,9	29,4	30,7	re	
7e	21,6	26,8	25,7	26,9	25,7	li	Nein
	20,9	22,6	28,4	24,8	25,4	re	
	26,2	26,8	27,5	18,7	18,7	li	Ja
	19,4	21,5	23,1	20,0	18,7	re	
7f	19,4	26,0	23,1	19,6	18,5	li	Nein
	18,5	21,8	23,9	19,2	18,1	re	
	20,6	25,6	22,8	19,5	18,4	li	Ja
	23,4	26,7	21,7	17,3	18,4	re	
7g	18,8	20,7	15,5	15,7	14,2	li	Nein
	19,1	18,2	17,0	14,2	12,7	re	
	18,9	18,3	15,0	13,3	12,5	li	Ja
	18,3	20,8	17,5	13,3	14,1	re	

Tabelle 7 d - 5

Mittlerer Hörverlust der jeweils mit Ja bzw. Nein
antwortenden Piloten innerhalb der vier Altersgruppen.
(Abbildung umseitig)

Erläuterungen zu den Abbildungen und Tab. 7 a - g:

Nur jeder vierte der befragten Piloten hält sich für lärmempfindlich. 72 % verneinen dies. Von 13,8 % der Nein-Stimmen bei der Gruppe der jüngsten Piloten (D) wächst der Anteil innerhalb der Altersgruppen auf 25 % bei C und B und erreicht einen Höhepunkt von 38 % bei der Gruppe A. Die späten Anfänger der beiden Gruppen A und B sind um etwa 10 % mehr als gleichaltrige ehemalige Wehrmachtsflieger von ihrer Lärmempfindlichkeit überzeugt.

Der mittlere audiometrische Vergleich der Ja- und Nein-Antworten zeigt nur bei Gruppe A ein besseres Gehör der "Nicht-Lärmempfindlichen" - alle anderen zeigen keine Abhängigkeit. In einzelnen Frequenzen liegt ein besseres Gehör der "Lärmempfindlichen" vor.

Thema 8: Beeinflußt der Lärm Ihre Leistungen?

Tab. 8 a

Anz.		%
59	JA	46,1
67	NEIN	52,3
2	ENTHALTUNGEN	1,6

Tab. 8 b

NEIN:			JA:		
Anz.	%		Anz.	%	
13	61,9	A (54 - 64 Jahre alt)	8	38,1	
16	45,8	B (44 - 53 Jahre alt)	19	54,2	+ 1 Enthaltg.
14	41,2	C (34 - 43 Jahre alt)	20	58,8	+ 1 Enthaltg.
24	66,6	D (24 - 33 Jahre alt)	12	33,3	

Tab. 8 c

NEIN:			JA:		
Anz.	%		Anz.	%	
24	65,8	Ehem. Wehrmachtsflg.	19	44,2	
5	42,8	Späte Anfänger	8	57,2	+ 1 Enthaltg.

Abb. 8 a

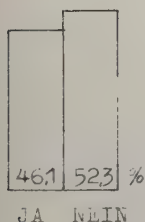


Abb. 8 b: JA Antw.

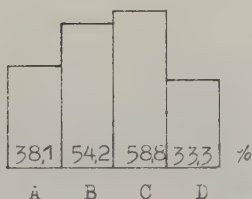
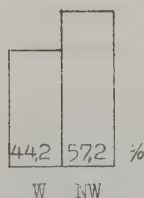


Abb. 8 c



Tab. u. Abb. 8 a: Gesamtvergleich der JA- und NEIN-Antworten

Tab. u. Abb. 8 b: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten innerhalb der vier Altersgruppen.

Tab. u. Abb. 8 c: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten der ehemaligen Wehrmachtsflieger zu späteren gleichaltrigen Anfängern.

Erläuterungen zu Tab. und Abb. 8 a - c:

In ihren Leistungen glauben nur 46 % der Piloten durch den Fluglärm beeinträchtigt zu sein. Der Anteil der Ja-Antworten in der Gruppe C (34- bis 43jährige Flieger) liegt mit 59 % erstaunlich hoch. Es folgen 54,2 % bei B, 38,1 % bei A und ein Minimum bei D mit 33,3 %. Der Anteil der ehemaligen Wehrmachtsflieger liegt bei 44,2 % Ja-Antworten, 13 % weniger als bei der Vergleichsgruppe der späten Anfänger.

Thema 9:

Wie äußert sich starke Lärmbelastung?

Bei dieser Frage waren keine Alternativmöglichkeiten vorgegeben. Folgende Stresserscheinungen werden von den Piloten genannt (Die anschließende Zahl gibt die Häufigkeit der Nennung wieder.):

KONZENTRATIONSLOSIGKEIT (34)

Nervosität (27)

Müdigkeit (21)

Kopfschmerzen (19)

Ohrenschmerzen (9)

Schwerhörigkeit (2)

Appetitlosigkeit (2)

Schlaflosigkeit (2)

Unwohlsein (1)

Kreislaufschwäche (1)

Unruhe (1)

11 Piloten stellten angeblich keine Reaktionen fest,

12 machten keine Angaben.

Erläuterungen:

Starke Lärmbelastung äußert sich bei 12 von 128 Piloten (ca. 10 %) angeblich gar nicht, weitere 11 enthielten sich der Aussage. Konzentrationsmangel, Nervosität und Müdigkeit sind vor Kopf- und Ohrenschmerzen die am häufigsten registrierten Folgeerscheinungen von 105 von 128 Piloten.

Thema 10: Bei nt die jeder 1. 5. die von Märiten empfangung aus:

Tab. 10 a

Anz.		%
204	JA	204
796	NEIN	796

Tab. 10 b

NEIN:			JA:	
Anz.	%		Anz.	%
19	905	A (54 - 64 Jahre)	2	95
29	804	B (44 - 53 Jahre)	7	194
27	771	C (34 - 43 Jahre)	8	229
26	722	D (24 - 33 Jahre)	10	278

Tab. 10 c

NEIN:			JA:	
Anz.	%		Anz.	%
36	837	Ehem. Wehrmachtsflg.	7	163
12	857	Späte Anfänger	2	147

Abb. 10 a



Abb. 10 b: NEIN-Antw.

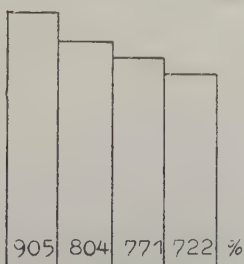
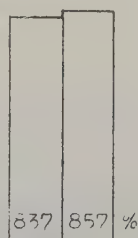


Abb. 10 c



Tab. u. Abb. 10 a: Gesamtvergleich der JA- und NEIN-Antworten

Tab. u. Abb. 10 b: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten innerhalb der vier Altersgruppen.

Tab. u. Abb. 10 c: Vergleich der JA- und NEIN-Antworten der ehemaligen Wehrmachtsflieger zu späten gleichaltrigen Anfängern.

Erläuterungen zu Tab. und Abb. 10 a - c:

Die jetzige Stufe der Lärmbekämpfung reicht nach Meinung der meisten (79 %) Piloten keineswegs aus. Zu den Klagen über den zu lauten Arbeitsplatz werden häufig Beschwerden über Straßen- und Baustellenlärm in den Fragebogen vermerkt. Die Kritik nimmt mit dem Alter zu, sie liegt bei den jüngsten Fliegern mit 72 % bereits sehr hoch und erreicht mit 90,5 % bei A einen erstaunlichen Höhepunkt. Ehemalige Wehrmachtsflieger unterscheiden sich nur wenig (83,7 bis 85,7 %) von ihren gleichaltrigen Kollegen in der überwiegenden Ablehnung des derzeitigen Lärmeinflusses.

Diskussion

In einer Untersuchung warnte SCHRÖDER (5) vor der Illusion, die Audiometrie als physikalisch einwandfreie Methode kritiklos hinzunehmen. Er wies auf die zahlreichen Fehlerquellen beim Meßvorgang hin wie Unaufmerksamkeit, Übung, Ablenkung durch andere Geräuschquellen, die leicht das Ergebnis verfälschen könnten. Die hier ausgewerteten Audiogramme lagen zu Beginn der Fragestellung bereits als Ergebnis sechsjähriger Pflichtmessungen vor. Sie sind somit nicht speziell für diese Untersuchung aufgezeichnet worden. Zum Zeitpunkt der einzelnen Messungen war lediglich auf ein Mindesthörvermögen entsprechend den BMV-Vorschriften (2) zu achten, so daß Werte im "gesunden" Bereich großzügiger und zeitsparender abgelesen werden konnten. Eine Wiederbestellung der Probanden bei Erkältung und anderen hörmindernden Prozessen war wegen der zum Teil erheblichen Anreisewege nur bei einem Verdacht einer dauernden, nicht mehr zulässigen Hörminderung denkbar. Hier war die Überweisung an einen Facharzt angeraten.

Erkrankt waren im HNO-Bereich nach eigenen Angaben 13 der 128 Piloten, alle im jugendlichen Alter und ohne Folgen für das beidseitige Hörvermögen. Ein Vergleich ihrer Audiogramme zeigt gegenüber nicht erkrankten gleichaltrigen Kollegen bei keinem der 13 Piloten eine abweichende Hörminderung, so daß alle 13 Flieger mit ausgewertet werden konnten.

Ein Vergleich der altersabhängigen Hörverlustkurven mit den Angaben anderer Veröffentlichungen bestätigt die Angaben JATHOs (4) (S. 7), der auf die beträchtlichen Abweichungen der verschiedenen Untersuchungen hinwies. Einig sind sich nach seiner Meinung die Untersuchenden zunächst in der Tatsache, daß "mit zunehmendem Alter die Hörfähigkeit für hohe Töne eher und schneller abnimmt als für tiefe Töne". Darin stimmt auch diese Arbeit überein: Ein Abfall ist nur oberhalb der Frequenz von 2000 Hz, also für den Bereich von 3000, 4000, 6000 und 8000 Hz zu beobachten.

Die Arbeiten von JATHO (4) und seinem Vorgänger de LA ROSSE (6) versuchen anhand von Untersuchungen der Durchschnittsbevölkerung Standardkurven für den altersbedingten physiologischen Hörverlust zu erstellen. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß der nicht lärmtraumatisch, sondern physiologische Abfall konstant nach 8000 Hz zunimmt. Über die Ursachen sind sie sich jedoch nicht einig. Erwägt werden physiologische Abbauerscheinungen, z. B. nach dem "cochleobasalen Typ LANGENBECKs: zunehmende Degeneration im Haarzellenlager" (7). FLEISCHER (7) erwähnt einen ganglionären Typ. Die Diskussion ist nicht abgeschlossen, sie zeigt dagegen die Schwierigkeiten, die Reaktion des Gehörs auf Alters- und auch Außeneinflüsse eindeutig zu klären.

Die Standardkurven von JATHO werden als Grundlage zur Erfassung traumatischer Schäden empfohlen; eine Differenz der altersbedingten von den traumatischen Hörkurven könnte die Schadenshöhe anzeigen. Fast 75 % der Piloten dieser Untersuchung haben ein besseres Gehör bei den Frequenzen 6000 und 8000 Hz, 25 % dagegen ein deutlich schlechteres Hörvermögen. Die Minima sind entgegen den Standardkurven nicht nach stetem Abfall bei 8000 Hz, sondern bei 3000 Hz und 4000 Hz

(vgl. Abb. 1). JATHO, CICCIO (8) u. a. sehen in einem Abfall bei diesen Frequenzen ein Anzeichen äußerer Schädigung, KOCH und WAGEMANN (9) präzisieren diese Aussage und nennen eine erste Schädigungsphase, sog. Kompensationsphase, in der sich zunächst die Frequenzen von 4000 Hz verschlechtern, in den folgenden Jahren auch noch ein Hörverlust von 40 bis 50 dB bei 3000 Hz zusätzlich auftreten kann. Bei 25 % der älteren Piloten ist diese Phase erreicht. Man kann zusammenfassend sagen, daß bei älteren Piloten eine Hörminderung bei 3000 und 4000 Hz mit unterschiedlicher Ausprägung vorliegt, während bei den hohen Frequenzen 6000 und 8000 Hz die Mehrzahl dieser Probanden ein besseres Gehör als der Durchschnitt hat. Ein Vergleich zu FRÖHLICHs (3) Messungen zeigt allerdings wieder Unterschiede zwischen militärischen und zivilen Fliegern. Bei den niederen Frequenzen sind sie meist etwas besser, bei höheren Frequenzen schlechter als ihre zivilen Kollegen. Amerikanische Arbeiten von ELLIOT (10) und SUTHERLAND u. a. (11) zeigen wiederum ein Minimum bei 6000 Hz, eine Verschlechterung bei 3000 und 4000 Hz, eine leichte Erholung des Gehörs amerikanischer Militärflyer. Eine Gegenüberstellung aller genannten Arbeiten zeigen auch für diese Ergebnisse die deutlichen Abweichungen. In welchen Umweltsfaktoren können diese Unterschiede begründet sein? JATHO und DE LA ROSSE wählten nur gesunde, nicht lärmbelästigte Probanden aus - die Militär- und zivilen Berufspiloten erfüllen dagegen einige andere Bedingungen. Die Musterungsbedingungen für die Zulassung zum militärisch fliegerischen Dienst sind äußerst streng. Eine Hörminderung von 15 dB bei 500, 1000 und 2000 Hz führt in den USA bereits zur Ablehnung. Zivile Berufspiloten (Flugklasse 1b und 2b) sollen bei diesen Frequenzen 20 dB Hörverlust nicht überschreiten. Die Militärpiloten stellen damit innerhalb der Bevölkerung ein gesündestes Potential ihres Jahrgangs dar. Zivile Piloten unterliegen wesentlich mildereren Bestimmungen; sie können beim Ausscheiden

vom Militärdienst aus gesundheitlichen Gründen bei der zivilen Luftfahrt meist noch beschäftigt werden, sofern die Schädigung es zuläßt. Die Lärmbelastung ist bei allen Gruppen unterschiedlich. Bei JATHO und DE LA ROSSE wurde ein Minimum an Alltagslärm als gegeben hingenommen. Die deutschen und amerikanischen Militärpiloten haben eine militärische Ausbildung u. a. mit Schießlärm absolviert, arbeiten und wohnen meist in unmittelbarer Flugplatznähe. Ihr erster Einsatz beginnt mit ca. 20 Jahren. Die zivilen Piloten fliegen Maschinen, die aus Rücksicht auf die zahlenden Passagiere nach innen besser gedämpft sind. Sie wohnen oft nicht in Flugplatznähe.

Es bleibt also die Frage, inwieweit stabile Gesundheit, früher Flugbeginn, verschiedene Maschinentypen und Flugstundenzahl von Einfluß auf das Gehör sind.

Hier zeigt sich bereits die Schwierigkeit bei der Vielfalt von Umwelteinflüssen, Probandengruppen zu finden, die wenigstens in einigen Punkten übereinstimmen. Die Flugstunden variieren sehr, ebenso die Maschinentypen, der häufige Wechsel auf andere Flugzeugklassen, die individuelle Einstellung zum Beruf und mit ihm verbundenen Lärm, die körperliche Allgemeinverfassung etc. Hier lassen sich kaum meßbare Vergleiche ziehen. Einige dieser Probleme tauchen bereits bei der Frage auf, inwieweit ehemalige Wehrmachtsflieger Anzeichen von Lärmschäden aufweisen. Ein Vergleich zu Gleichaltrigen, die im höheren Alter mit der Flugausbildung begannen, konnte Aufschluß geben. Die ehemaligen Wehrmachtsflieger haben mit ca. 20 Jahren die Flugausbildung begonnen, mußten optimal gesund sein und unterstanden ständig ärztlicher Kontrolle. Sie flogen ausschließlich Propellermaschinen, jahrelang unter schwerer seelischer Belastung bei Feindflug. Ihre Gesamtflugstundenzahl ist im Durchschnitt sehr hoch. Erstaunlicherweise haben alle diese Einflüsse das Gehör nicht so sehr belastet wie das der Vergleichs-

gruppe (siehe Abb. 4). Eine größere Lärmbelastung dieser zweiten Gruppe durch anderen Kriegseinsatz kann nicht angenommen werden. Schäden, wie sie FRÖHLICH (12) in einer anderen Untersuchung nachweisen konnte bei Heeressoldaten bei Schießübungen, sind hier nicht zu erkennen. Das Ergebnis erinnert vielmehr an die Frage JATHOS (4)(S. 7), ob sich ein akkustisches Trauma bei Altersschwerhörigkeit mehr auswirkt. Die etwa 10- bis 15jährige Flugzeit hätte dann, durch das höhere Alter gefördert, bereits deutlichere Schäden verursacht als alle negativen Einflüsse bei den Wehrmachtsfliegern. Berücksichtigt werden muß allerdings der optimale Gesundheitszustand der Wehrmachtsflieger bei Flugbeginn(s.o.).

Die hohe Flugstundenzahl hat sich bei den ehemaligen Wehrmachtsfliegern kaum ausgewirkt. Ebenso zeigen die Untersuchungen der Abhängigkeit von der Gesamtflugstundenzahl in Thema 4 keine unmittelbare, im Audiogramm registrierbare Hörbeeinflussung. Die wöchentlich durchschnittliche Flugstundenzahl liegt zwischen einer bis zwanzig Stunden pro Woche, was bei dem anschließend hohen Anteil an verbliebener Ruhezeit nicht zu einer Dauerschädigung auszureichen scheint.

Messungen von MEISTER (13, 14, 15) und REGIER (16) zeigen die außerordentlichen Schwierigkeiten, das Lärmprofil eines Flugzeuges physikalisch zu messen und dessen Schädlichkeit für den Organismus auszuwerten. Die Messungen zeigen für die unterschiedlichen Typen der Propeller, Tourboprop, Jets usw. recht verschiedene Geräuschpegel, gemessen in 300 Meter Überflug. Für Sport- und Reiseflugzeuge wurden Spektren mit Betonung der tiefen und mittleren Frequenzen und breitbandige Schallkurven gemessen mit Maxima bei 80 bis 100 dB. Ein Rückschluß auf die Geräuschverhältnisse in Cockpit ist daraus nicht möglich. Der Lärm, wenige Meter neben den Herkunftsquellen Motor, Turbinen, Propeller wird von den Wandungen

und eventuellen Schalldämpfern unterschiedlich gedrosselt. Die hohen Frequenzen sind bekanntlich in der Nähe weniger gedämpft als in 300 Meter Entfernung. Zusätzlich geben Funksprech, Gegenwind u. a. ein mannigfaltiges Geräuschband. Diesen verschiedenen Lärmquellen steht der "Hörschutz" durch Kopfhörer, Hörstöpsel, Lautsprecher und Jethelmen gegenüber. Als optimal gelten bei den Piloten die dicht anliegenden Jethelme der Luftwaffe, die im zivilen Verkehr nicht benutzt werden. Wenig dämpfen dagegen lose sitzende Kopfhörer und Stöpsel den Außenlärm, so daß die Funksprechlautstärke erhöht werden muß, um nicht übertönt zu werden.

Diese verschiedenen Bedingungen variieren im Cockpit innerhalb der Flugzeugklassen. Die Maschinen werden häufig gewechselt, so daß kaum eine dauernde "Einstellung" auf eine einzelne Schallquelle erfolgt (vgl. Abb. 5 e). Gibt umgekehrt das Audiogramm Auskunft darüber, welche Maschinen meist geflogen wurden? Aus dem Hörkurvenverlauf der Abb. 5 a - d ist keine Übereinstimmung gleicher Typenflieger zu erkennen. Als physiologisch hatten wir den Standardverlauf von JATHO(4) angesehen. Dies ist hier nur bei 7 Piloten zu bestätigen. Die Häufung der Schäden bei 3000 und 4000 Hz entspricht der einsetzenden oder schon vorhandenen Hörschädigung. Somit wäre zusammenfassend zu sagen, daß eine Hörschädigung zunächst die "labilen" Frequenzen von 3000 und 4000 Hz beeinträchtigt und Rückschlüsse auf die Lärmcharakteristik der Maschine oder anderer Lärmquelle nicht aus dem Hörschwellenverlauf zu schließen ist.

Anhang

Schwierig ist die Beurteilung, inwieweit die geringe Hördifferenz für re. und li. auf die Benutzung verschiedener Funkhörgeräte zurückzuführen ist. Zunächst glaubten wir, aus den Angaben der Piloten, welche Geräte sie benutzten, Rückschlüsse auf den Hörverlust ziehen zu können. Da aber eine beliebige Kombination von Kopfhörern, Lautsprechern und Hörstöpseln usw. getragen wird, läßt sich unter Berücksichtigung dieser Vielfalt ohne komplizierte physikalische Messungen kein Grad der Belastung eines Ohres bzw. des Gehörs ermitteln. Die Vermutung einseitiger Mehrbelastung des Gehörs liegt nahe. Welche Geräte mit welchem Flugzeugtyp hier schädigen, läßt sich aus medizinischer Sicht nicht beurteilen.

Diskussion zu den Themen 6 - 10

Jede Fragebogenaktion birgt die Gefahr der Fehlinterpretation und des Mißverständnisses in sich. Mögen die einzelnen Fragen noch so präzise gestellt sein - ein Teil der Antworten wird immer durch Emotionen, wirtschaftliche und berufliche Interessen verfälscht werden.

Trotz ihrer mannigfaltigen Unzulänglichkeiten ist die Umfrageaktion von G. CARLSSON und H. RONGE (17) von der Universität Lund als eine der zur Zeit geeignetsten Methoden empfohlen worden, um die psychischen und physiologischen Reaktionen der Bevölkerung auf den Fluglärm zu erfassen. Solche Umfragen führte bei Anwohnern eines Flugplatzes auch BORSKY (18) durch, der dagegen in Protestaktionen kein sicheres Mittel zur Beurteilung der Bevölkerungsreaktionen sieht.

Bei aller Skepsis gegenüber der Fragestellung und der kritischen Beantwortung durch die Probanden mögen die Ergebnisse dieser Umfrage die Einstellung der Piloten zum Fluglärm annähernd widerspiegeln.

Hat sich durch den Fluglärm ihre Hörfähigkeit verschlechtert, lautete Thema 6. Zunächst wird einem Teil der Befragten ein audiometrisches Ergebnis bekannt sein. Nach den aufwendigen Messungen erbittet der Untersuchte oft ein ärztliches Urteil, das im Vergleich zu früheren Messungen eine Verschlechterung bestätigt oder aber aus fliegerärztlicher Sicht unter Berücksichtigung des physiologischen Abfalls den Befund gutheißt. Einige Piloten mag das Bewußtsein, bei größerem Hörverlust aus dem Flugdienst ausscheiden zu müssen, zur Verneinung aus Vorsicht veranlaßt haben. Eine kurzfristige Hörermüdung wurde sicherlich manchmal als ein Zeichen dauernder Schädigung gewertet.

Eine Hörminderung dürfte am ehesten im Sprachbereich bemerkt werden. Gerade diese Frequenzen sind bei den Piloten im Durchschnitt besser als bei der Gesamtbevölkerung, wie FRÖHLICH (3) und amerikanische Untersuchungen (10, 11) nachweisen konnten. Deshalb ist die subjektive Feststellung eigener Hörschäden, verursacht durch Fluglärm, besonders schwierig. Die Meinung, durch den sehr lauten Fluglärm müsse eine Schädigung entstehen, ist weit verbreitet, selbst unter Fachleuten, die dadurch zu Untersuchungen angeregt wurden (vgl. ELLIOT, 10).

Das Umfrageergebnis von Thema 6 ist nicht überraschend. Fast die Hälfte der Piloten, besonders die jüngeren, glauben an keine vorhandene Schädigung. 12 ausschließlich ältere Piloten sind von einem deutlich bis starken Hörverlust überzeugt. Bei dieser Gruppe liegt, wie Audiogrammvergleiche zeigten, tatsächlich eine Minderung besonders in höheren Frequenzen vor. Das Urteil, ob der Hörverlust altersbedingt oder durch Fluglärm verursacht ist, kann von den Befragten kaum erwartet werden. 43 % der Piloten glaubt nur an eine "geringe" Schädigung. Eine Abgrenzung des Minimums ist kaum möglich.

Sind Sie besonders lärmempfindlich? (Thema 7)

Die ablehnende Einstellung zum Lärm nimmt mit dem Alter deutlich zu, ist aber mit durchschnittlich 25 % der "Lärmempfindlichen" relativ gering. Das mag zum Teil an der Fragestellung liegen. Empfindlichkeit kann emotional leicht mit "anfällig, kränklich" verknüpft werden, bekommt somit einen negativen Beiklang. Auch ist das Wort "besonders" in der Fragestellung nicht näher definiert. Eine ähnliche aber anders formulierte Frage wäre wahrscheinlich mit mehr Ja-Antworten honoriert worden. Dem Anteil der Flieger, die diese Frage dennoch bejahten, kann eine bewußt ablehnende, vielfach

verärgerte Einstellung zum Lärm nachgesagt werden. Während nur ca. 14 % der jüngeren Piloten sich für lärmempfindlich hält, steigt dieser Anteil bei den älteren Kollegen deutlich an. Interessanterweise ist die Gruppe ehemaliger Wehrmachtsflieger weniger empfindlich als ihre gleichaltrigen Kollegen (NW). Sie scheinen sich, von Jugend an mit dieser Begleiterscheinung ihrer fliegerischen Tätigkeit vertraut, bereits eher damit abgefunden zu haben.

Das Hörvermögen der Probanden, die mit Ja bzw. Nein antworteten, zeigt im Vergleich ein besseres Hörvermögen für die Nicht-lärmempfindlichen auf allen Frequenzen nur bei den ältesten Piloten (A). Diese Beobachtung mag Zufall sein und müßte durch weitere Untersuchungen erhärtet werden. Daraus könnten sich folgende Überlegungen ergeben:

1. Liegt bei den "Lärmempfindlichen" eine erhöhte psychische und physiologische Lärmreaktion vor?
2. Ist die individuelle Einstellung zu bestimmten Lärmquellen von Einfluß auf den Grad einer eventuellen organischen Schädigung?
3. Ist die Lärmempfindlichkeit Folge oder Ursache einer Hörschädigung? (Die Probanden mit größerem Hörverlust sollten theoretisch weniger empfindlich sein, da sie den Lärm weniger "hören".)

HÖRMANN (19, 25), LIENERT und JANSSEN (20) sowie BÜRCK u. a. (in: "FLUGLÄRM" (21)) berichten über psychische und vegetative Lärmfolgen.

Eindeutiger ist die Frage 8:

Beeinflußt der Lärm Ihre Leistungen?
zu beantworten.

Eine EIDGENÖSSISCHE EXPERTENKOMMISSION (22) wies anhand von Untersuchungen an zahlreichen Testpersonen nach, daß Leistungsstörungen auf "Psychische Abwehrreaktionen und indirekt auch vom Hirn gelenkte Muskeltätigkeit" zurückzuführen seien. Den störmindernden Einfluß beruflicher und wirtschaftlicher Interessen erläutert BÜRCK (21).

51 % der Piloten dieser Untersuchung verneinen eine Leistungsminderung, ein hoher Prozentsatz, der bei der Gesamtbevölkerung kaum so günstig wäre. Die Leistungsfähigkeit z. B. einer Schulklasse, deren Aufmerksamkeit regelmäßig durch startende und landende Flugzeuge unterbrochen wird, ist wahrscheinlich deutlich vermindert. Die Piloten sind dagegen bei ihrer Arbeit immer mit einem Dauerlärm konfrontiert. Sie haben ihren Beruf unter diesen Begleiterscheinungen erlernt und akzeptieren eher ein erträgliches Maß an Fluglärm. Es ist ihnen bekannt, daß eine Lärminderung heute mit einer Leistungsminderung der Motoren und hohen Unkosten einhergeht und Ruhe nur mit einem Berufswechsel erkaufte werden könnte. Bei der Bevölkerung besteht demgegenüber der Wunsch, durch Proteste eventuell eine Beseitigung des Fluglärms zu erreichen. Sie ist beruflich am Flughafen meist desinteressiert und hat kaum Einblick in die technischen Schwierigkeiten einer Lärminderung. 43 % der Piloten glaubt an eine Leistungsminderung. Der Altersanteil liegt erstaunlicherweise am höchsten bei den beiden mittleren Gruppen B und C (34 - 53 Jahre) mit 54 bzw. 58 %, während sich die Ältesten und jüngsten Flieger am wenigsten beeinträchtigt fühlen (38/33 %). Liegt eine physiologische Leistungsminderung vor bei

den Dreißig- und Vierzigjährigen, die eine Verschlechterung gegenüber früheren Jahren bemerken und dies, da sie sich noch nicht für "gealtert" halten, gern auf Umwelteinflüsse zurückführen? (Bei den älteren Piloten wäre dann die "Selbsttäuschung" durchschaut?) Oder besteht tatsächlich eine erhöhte Umweltsreaktion in bestimmten Altersbreiten?

Der Bericht der EIDGENÖSSISCHEN EXPERTENKOMMISSION (22) und BROADBENT (23) weisen weiter auf die erhebliche Beeinträchtigung der geistigen Arbeit durch Lärm hin. Verminderte Aufmerksamkeit und Konzentrationslosigkeit können zu "gelegentlichen Fehlreaktionen führen" (vgl. dazu auch die Arbeit von TISCHENDORF (24) u. a. über Schlafstörungen). Interessanterweise zeigt das Ergebnis des Thema 9 dieselben Ergebnisse. Nur 23 Piloten von 128 Befragten geben keine oder eine negative Auskunft. Die erhebliche Mehrheit (105) nennt dagegen Konzentrationslosigkeit, Nervosität, Müdigkeit - dann Kopfschmerzen und Ohrenschmerzen als Folge stärkerer Lärmbelastung. Diese Beschwerden sind sicherlich nicht alltägliche Begleiterscheinungen im Cockpit. Sie mögen vereinzelt und nur bei besonders lauten Maschinen oder bei der technischen Überprüfung am Arbeitsplatz vorkommen. Häufig klagen die Piloten zusätzlich über zu lauten Straßenlärm, z. B. frisierte Mopeds, während sie den Fluglärm bereitwilliger akzeptieren. So mag auch der hohe Anteil von 80 % der "mit der jetzigen Stufe der Lärmbekämpfung" Unzufriedenen (Thema 10) nicht ausschließlich auf Fluglärmbelastung im Cockpit zurückzuführen sein. Die hochkonzentrierte Arbeit erfordert für den Piloten nicht nur im Cockpit ein Minimum an Umweltsbelastungen, sondern auch in der Freizeit ein optimales Maß an Erholungsmöglichkeiten. So mag den Flieger besonders ärgern, daß er nicht nur am Arbeitsplatz großen Lautstärken ausgesetzt ist, was er eventuell hinnimmt, sondern auch an der Wohn- und Freizeitstätte oft nicht ein akzeptables Maß an Ruhe vorfindet.

Bis heute ist durch die Audiometrie nur ein schmaler Bereich der Lärmeinwirkungen erfaßbar. Wirkungen auf Vegetativum und Psyche werden in komplizierten und aufwendigen Untersuchungen nur teilweise erfaßt. Bisher sind keine einfachen und umfassenden Meßverfahren in Aussicht. Die zunehmende Technisierung verlangt dagegen eine Bewältigung des Problems, um nicht den Fortschritt mit zunehmender Schädigung der Menschheit erkau-
fen zu müssen. Das wäre, so warnt Prof. BEHRENDT von der FU Berlin, "nichts anderes als ein Versagen gesellschaftlicher Lenkungs- und Gestaltungsmöglichkeit" (26).

Der Luftverkehr wird noch rasanter als bisher zunehmen - und mit ihm die Verantwortung und Belastung der Piloten. Techniker und Mediziner sollten ihnen, von der Öffentlichkeit unterstützt, diese Aufgaben erleichtern.

Folgerungen

Der Lärm wird in den nächsten Jahren mit dem Bau größerer Flugzeuge mit höheren Motorleistungen (z. B. SST-Maschinen) beträchtlich zunehmen. Gleichzeitig wird die komplizierte Technik ein hohes Maß an Konzentration und Weiterbildung von den Piloten verlangen, was durch den Lärm erschwert wird. Auch in den Freizeitstätten wird der Lärm anwachsen und dem Piloten nicht die nötige Ruhe bieten.

Heute sind der Pilot und der Flugzeughersteller darüber zu belehren, daß von der Auswahl an Kopfhörern, Hörstöpseln oder Lautsprechern diejenigen Modelle gewählt werden sollten, die am meisten das Gehör gegen Lärm abschirmen.

Den Flugzeugherstellern muß geboten werden die leistungsfähigeren Motoren mit Lärmdämpfern auszustatten sowie schallisolierende Kabinenwände zu bauen.

Wissenschaftlern sollte breitere Möglichkeiten gegeben werden, den Lärm und seinen Einfluß besser zu erforschen zu objektivieren und Gegenmaßnahmen zu entwickeln.

Die Gefahren des wachsenden Lärmeinflusses sind mangelnde Konzentration und damit eine Minderung der Flugsicherheit. Die Dauerbelastung kann zu einer frühzeitigen Hörminderung und damit Ablösung vom Flugdienst führen. Die Altersgrenze der flugtauglichen Piloten würde damit heruntergesetzt. Dem Staat entstünden zusätzliche Belastungen durch verfrühte Rentenzahlung und eventuelle Beiträge bei einer möglichen Anerkennung als Berufskrankheit. Diese ungünstige Prognose scheint sich abzuzeichnen; es liegt also auch im Interesse des Staates, die Forschung und Arbeiten zur Lärmbekämpfung dringend zu unterstützen.

Zusammenfassung

In der heutigen technisierten Welt ist der Mensch mehr als zuvor dem Lärm ausgesetzt. Sein Einfluß auf das Gehör und Vegetativum verursacht bereits Gesundheitsschäden. Eine exponierte Gruppe sind die Piloten, die regelmäßig dem Lärm ihrer Maschinen und des Arbeitsplatzes ausgesetzt sind, andererseits konzentrierte Arbeit leisten müssen. Fehlleistungen führen leicht zu schweren Unfallfolgen, Hörminderungen können das vorzeitige Ausscheiden aus dem Flugdienst erzwingen. Das Problem einer eventuellen Berufskrankheit ist bisher nicht angesprochen worden.

Zivile Berufspiloten müssen regelmäßig untersucht werden. Die vorliegende Arbeit sollte anhand vorliegender Audiogramme untersuchen, inwieweit der Hörkurvenverlauf vom Lebensalter, Flugstundenzahl, Maschinentyp und subjektiver Einstellung abhängig ist und somit charakteristische Schäden zeigt.

Ausgewertet wurden 693 Audiogramme von 128 Piloten zwischen 24 und 64 Jahren, die im Zeitraum von 1962 bis 1969 untersucht wurden. Eine Fragebogenaktion als Ergänzung wurde im Januar 1969 durchgeführt zur Vervollständigung persönlicher Daten der Probanden. Den Piloten wurden ergänzend 5 Fragen gestellt, die ihre subjektive Einstellung zum Fluglärm widerspiegeln können.

Die Arbeit ist zur besseren Übersicht in 10 Themen unterteilt:

Thema 1 :

Wie beeinflusst das Lebensalter das Gehör der Piloten?

Ein deutlicher altersabhängiger Hörabfall ist zunächst bei 3000 Hz und mit zunehmenden Alter maximal bei 4000 Hz zu erkennen. Das Hörvermögen bei 6000 und 8000 Hz liegt immer gering besser als das Minimum bei 4000 Hz. Die einzelnen Frequenzen zeigen somit eine unterschiedliche Hör- und Minderungsbereitschaft. Das Sprachfeld wird hier nur im Bereich der 2000 Hz betroffen. Vergleiche mit den Hörkurven von JATHO (Durchschnittsbevölkerung) und FRÖHLICH (Militärflieger) zeigen geringe Abweichungen, aber bei allen die Höranfälligkeit der höheren Frequenzen.

Bestätigt wird diese Tendenz bei einem Vergleich der Untersuchungsergebnisse in Meßabständen von drei Jahren (Thema 2). Bereits in diesen kurzen Zeitabständen vermindert sich das Hörvermögen bei den "labilen" Frequenzen 3000 bis 8000 Hz.

Wie verändern längerer Flugeinsatz, Einsatz unter Stressbedingungen, verminderte Schallabdichtung und Flugbeginn im jugendlichen Alter das Hörprofil? Darauf sollte ein Vergleich ehemaliger Wehrmachtsflieger mit gleichaltrigen späten Anfängern eine Antwort geben. Erstaunlicherweise ist das Gehör der Wehrmachtsflieger gering besser als die Vergleichsgruppe. Dabei mag die optimale Gesund-

heit (schärfste Auswahl beim Militär) und eine gewisse psychische Anpassung u. a. die Wehrmachtsflieger trotz der negativen Einflüsse begünstigt haben (Thema 3).

Eine deutliche Abhängigkeit von der Flugstundenzahl ist nicht zu beobachten. Nur wenige Piloten fliegen wöchentlich mehr als 10 bis 15 Stunden. Da die höheren Flugstunden von älteren Piloten in der Regel erreicht werden, überwiegt der altersbedingte Hörkurvenverlauf. (Thema 4)

Die Lärmprofile einzelner Flugzeugtypen wurden von einer Gruppe von Wissenschaftlern mit komplizierten physikalischen Geräten aufgezeichnet. Aus den audiometrischen Profilen ist nicht auf den geflogenen Typ zu schließen. Die Piloten flogen ein- und mehrmotorige Propellermaschinen, Jets, vereinzelt Turboprop und Hubschrauber und wechselten häufig die Typen. Deutlich bleibt die unspezifische Hörminderung bei 3000 und 4000 Hz. Nur 7 Probanden zeigen den "Physiologischen" Hörabfall nach 8000 Hz entsprechend JATHO.

Summe:

Eine Hörminderung tritt besonders bei den höheren Frequenzen auf. Im Gegensatz zur Durchschnittsbevölkerung (nach JATHO) liegen die Minima bei 3000 und 4000 Hz, was als "spezifisch" angesehen werden kann. Es gelingt allerdings nicht, eine eindeutige Abhängigkeit von der Flugstundenzahl und dem geflogenen Maschinentyp hier festzustellen. Hier müssen weitere Einflüsse bzw. das Zusammenwirken verschiedener Schadensfaktoren vermutet werden.

In der anschließenden Befragung (Themen 6 bis 10) meinen 53 % der Piloten durch den Fluglärm mindestens gering geschädigt zu sein (Thema 6). Bei der ältesten Gruppe zeigt ein Vergleich mit den Audiogrammen tatsächlich ein minderes Hörvermögen der subjektiv Geschädigten. "Lärmempfindlich" sind dagegen nur 25 % (Thema 7).

In ihren Leistungen werden angeblich 46 % der Befragten durch Lärm beeinträchtigt. Ein bedenkliches Anzeichen bei der verantwortungsvollen Arbeit.

Konzentrationslosigkeit, Nervosität, Müdigkeit und Kopfschmerzen werden als Folgen stärkerer Lärmbelastung angegeben, 11 Piloten stellten dagegen keine Reaktionen fest.

Fast 80 % der Piloten ist mit der jetzigen Stufe der Lärmbekämpfung nicht einverstanden. Daß diese Antworten nicht unreflektiert genannt wurden, dürfte ein Vergleich zu obigen Ergebnissen beweisen. Zeigt sich doch weitgehend die Bereitschaft, ein gewisses Maß an Lärm zu akzeptieren. Daß dennoch 80 % der Piloten meinen, daß die jetzige Lärmbekämpfung nicht ausreiche, dürfte - zusammen mit den Reaktionen lärmbedrohter Bevölkerungsgruppen - mahnen, daß auf diesem Gebiet noch vieles verbessert werden muß.

Literaturnachweis

1. MÜLLER, BBM Messungen des Schalltechnischen Ingenieurbüros München.
Südd. Zeitung 220 (September 1969).
2. Bundesministerium für Verkehr Richtlinien L 3, 367-2-84 Vm/61
(entsprechend den JCAO-Bestimmungen)
(28. 2. 1962).
3. FRÖHLICH, G. Das Hörvermögen der Flugzeugführer der deutschen Luftwaffe. Wehrmedizinische Mitteilungen 6 (1963) 88 - 92.
4. JATHO, K. Schwellenaudiometrische Untersuchungen über die Progredienz und Charakteristik der Altersschwerhörigkeit in den verschiedenen Lebensabschnitten. Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete 38 (1959) 72 - 88.
5. SCHRÖDER, K. Untersuchungen zur Konstanz und Streubreite überschwelliger audiometrischer Ergebnisse. Archiv für Ohren-, Nasen-, Kehlkopfkunde 170 (1957) 199 - 249.
6. DE LA ROSSE, B. Untersuchungen über das normale Hörvermögen in den verschiedenen Lebensaltern unter besonderer Berücksichtigung der Prüfung mit dem Audiometer. Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie, Otologie, 32 (1953) 414 - 420.
7. FLEISCHER, K. Histologische und audiometrische Studie über den altersbedingten Struktur- und Funktionswandel des Innenohres. Archiv für Ohren-, Nasen-, Kehlkopfkunde 170 (1957) 142 - 167.
8. CICCIO, A. Laryngoscope (1932) 837 - 856.
9. KOCH, J. und W. Wagemann Gibt es eine Taubheit durch Lärm? Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Arbeitshygiene 1 (1967) 27.
10. ELLIOT, L. Hearing of Air Force Pilots 1955 - 1962. USAF School of Aerospace Medicine, Brooks Air Force Base, Texas (1962).

21. BÜRCK, W., GRUTZMACHER, M., MEISTER, F.J., E.A. MÜLLER Fluglärm. Seine Messung und Bewertung, eine Berücksichtigung bei der Siedlungsplanung, Maßnahmen zu seiner Minderung. Gutachten, erstattet im Auftrage des Bundesministers für Gesundheitswesen (1965).
22. Bericht der EIDGENÖSSISCHEN EXPERTENKOMMISSION an den Bundesrat Lärmbekämpfung in der Schweiz. Bern (1963) 57 - 60
23. BROADBENT, D.E. Effects of noise on behavior. Handbook of Noise Control, New York (1957).
24. TISCHENDORF, F. v. Gesundheitsschädigung durch Lärm. Medizin und Städtebau, ein Handbuch für gesundheitlichen Städtebau 2 1 - 10, Verlag Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, Wien (1957).
25. HÖRMANN, H. Lärm, psychologisch betrachtet. Boschkurier (Winter 1968) 8 - 10.
26. BEHRENDT, R. Über die Gestaltbarkeit der Zukunft. In: Menschen im Jahre 2000. (Hrsg.: R. JUNGK).
27. JANSSEN, G. Wirkung des Lärms auf das vegetative Nervensystem des Menschen. Umschau 61 (1961) 12 - 13.

A n h a n g

(Tabellen 5)

Gruppe D (Abb. 5 a) ^{ii.}

Typ	re.									
	2000	3000	4000	6000	8000	2000	3000	4000	6000	8000
P-1	25	20	20	10	10	20	15	10	10	10
P-1	15	10	10	10	10	10	05	10	10	10
P-2	10	10	10	10	10	10	05	05	05	10
P 1-4	25	25	25	25	10	25	25	25	15	10
P 1-4	15	20	15	10	15	20	15	15	10	10
P 1-4	15	20	10	15	05	15	15	15	15	10
P 1-4	10	15	15	10	10	10	15	25	10	10
P 1-4	15	20	25	10	10	10	15	25	20	15
PJ	25	20	20	10	10	20	15	10	10	10
PJ	20	15	15	15	10	20	20	15	15	15
PJ	15	15	10	10	10	15	10	10	05	10
PJ	10	15	10	10	15	10	15	15	20	25
PJ	15	25	25	15	05	25	20	20	15	10
PJ	15	20	25	15	10	15	15	20	20	10
PJ	15	15	15	10	05	15	15	15	15	10
PJ	25	20	25	20	25	15	20	15	15	10
Jet	15	10	10	10	05	15	15	10	10	05
Jet	10	10	10	10	10	10	10	20	10	05
Jet	15	15	15	10	10	10	15	10	10	15
Jet	15	10	15	15	15	25	20	15	15	10
Jet	25	15	25	25	15	20	10	10	10	15
H	20	15	20	25	15	15	25	20	15	15
PJH	15	15	15	15	16	20	15	15	15	10
PT	20	15	10	05	05	25	15	25	25	20

Gruppe C (Abb. 5 b)

Typ	li.					re.				
	2000	3000	4000	6000	8000	2000	3000	4000	6000	8000
P-1	25	20	15	05	05	20	20	20	10	10
P-1	10	10	05	15	15	10	10	10	10	10
P-1	25	25	20	15	15	25	25	20	30	20
P-1	30	40	20	10	20	30	35	20	15	20
P-1	50	60	55	50	50	40	45	50	40	45
P-1	15	15	20	15	20	15	15	20	20	20
P-1	20	20	45	30	25	25	30	35	30	30
P-1	15	30	40	20	15	10	10	10	10	20
P-1	20	15	20	20	15	20	20	10	10	10
P-1	20	25	15	15	15	20	25	30	20	10
P 1-4	20	30	35	15	10	15	20	25	25	15
P 1-4	20	20	30	20	20	15	20	20	20	15
P 1-4	15	05	20	10	10	15	15	15	10	10
P 1-4	25	25	25	35	20	30	25	25	35	35
P 1-4	25	30	30	30	30	25	20	25	25	30
PJ	05	20	10	10	05	10	10	10	10	05
PJ	25	30	30	25	20	30	25	25	20	15
Jet	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10
Jet	15	35	35	25	15	20	30	20	15	15
Jet	10	20	15	15	15	05	15	10	10	10
Jet	15	15	20	15	15	15	20	15	15	20
Jet	15	10	20	20	15	10	20	20	20	10
Jet	25	30	40	40	25	35	40	40	30	20
Jet	20	10	20	20	30	15	15	10	15	15
H	15	10	10	10	10	15	15	20	20	30
H	20	20	15	10	10	20	20	15	10	10

- VIII -

Tab. c + d: Einzelaudiogramme in Abhängigkeit vom Maschinentyp
Gruppe B (Abb. 5 c)

Typ	ll.					re.				
	2000	3000	4000	6000	8000	2000	3000	4000	6000	8000
WP-1	25	20	15	20	20	25	25	30	25	25
WP-1	35	25	25	25	30	35	30	30	25	30
WP-1	50	60	55	50	40	45	35	45	40	40
WP-1	35	60	35	45	30	25	25	15	15	10
WP-1	40	50	55	50	40	30	30	25	25	25
WP-1	20	20	30	20	15	25	25	25	40	30
WP-1	30	35	35	50	40	30	30	25	25	25
WP-1	35	25	35	25	15	25	40	25	25	25
WP-1	15	15	15	15	20	25	25	20	20	20
WP-1	15	15	15	15	20	15	15	15	15	15
WP-1	20	20	25	25	35	25	20	25	25	35
WP-1	20	20	20	20	10	25	20	20	15	10
WP-1	25	25	25	25	10	25	25	20	20	25
P-1	05	10	10	10	10	15	15	20	15	15
P-1	20	15	15	10	10	20	15	20	15	10
P-1	15	20	10	10	05	15	15	10	10	10
P-1	30	35	30	25	20	30	25	25	20	20
P-1	25	30	30	20	15	10	15	10	15	10
P-1	20	30	35	30	55	25	50	55	55	60
P-1	35	30	35	30	35	30	25	20	25	15
P-1	40	50	65	70	75	45	50	65	70	75
P-2	20	15	15	15	15	15	20	20	25	15
P 1-4	40	35	35	35	30	40	40	35	35	40
P 1-4	30	25	25	25	20	30	30	25	20	15
P 1-4	15	15	20	10	10	15	30	35	25	15
P 1-4	20	10	15	10	15	15	15	15	20	15
WPJ	10	20	05	10	10	05	15	10	10	05
PJ	20	20	30	20	20	15	10	20	45	40
Jet	25	25	45	40	30	20	20	40	30	45

Gruppe A (Abb. 5 d)

Typ	li.					re.				
	2000	3000	4000	6000	8000	2000	3000	4000	6000	8000
WP-1	35	35	30	30	25	30	30	30	30	25
WP-1	25	25	20	15	15	25	25	20	20	15
WP-1	15	40	55	35	20	20	30	30	25	20
WP-1	25	35	55	30	20	25	45	35	35	20
WP-1	15	25	25	20	20	25	25	25	25	15
WP-1	25	30	35	25	20	20	30	45	25	20
WP-1	30	40	45	55	50	25	25	25	20	15
P-1	35	30	30	30	25	30	25	25	25	15
WP1-2	20	20	35	20	20	25	20	25	15	15
WP1-2	20	15	15	15	20	30	40	20	15	15
H	15	20	20	15	10	15	15	15	10	10
H+Prop	20	20	20	35	35	20	20	20	20	25

Tab. 5 e: Häufigkeit des Maschinenwechsels innerhalb von drei Jahren

Ordinate: Anzahl der Piloten und ihre Maschinen 1966

Abszisse: Maschinentypen, die 1969 geflogen werden

(Unterstrichen: Anzahl der Piloten ohne Umschulung bzw. Wechsel)

Typ	P1	P2	P1+2	P1-4	J	P1J	P2J	P1T	Hu	PHu	T	PT	PJT	JHu
39 P1	<u>33</u>		3			1				1	1			
4 P2		<u>2</u>						1						
13 P1,2	2	3	<u>2</u>			1	1			2	2			
3 P1,4				<u>1</u>	1		1							
1 P2,4							1							
13 J	2		1		<u>5</u>		2	1					1	1
8 P1J	4	1			3									
3 P1,2J			1		1							1		
1 P2J							<u>1</u>							
1 P1JT								<u>1</u>						
3 HU										<u>2</u>				
2 PHu											<u>2</u>			
2 PJHu						1								

Tab. 5 f: Übersicht über die geflogenen Flugzeugtypen

1. Einmotorige Propeller

Typ	PS	Motor	Lautstärke und Spektrum *)
Aerocommander	150	Lycoming	
Beech Bonanza	285	Continent.	
Beech B 23 A	165	Lyc.	
Bölkow 207/8	100	Lyc.	
Bücker 131	105	Hirth	
Bücker 181	100	Hirth	80 dB Betonung breitbandig
Cessna 150	100	Continent.	
Cessna 170	145	Continent.	
Cessna 172	145	Continent.	68 dB (mit Schalldämpfer)
Cessna 210	285	Continent.	Betonung tiefe Frequenzen)
CP 301	160	Lyc.	
Do 27	274	Lyc.	
Fi 156	210	Argus AS 10	
Jodel D 120	100	Continent.	73,5 dB Betonung middle- re Frequenz
Klemm 107	150	Lyc.	78 dB Betonung mittlere Frequenz
Me 108	240	Argus	
Mk 4	1340	Pratt & W.	
Pa 18	150	Continent.	66,5 dB Betonung mittlere Frequenz
PA 22	160	Lyc.	
PA 28	140	Lyc.	
PA L 4	160	Lyc.	67,5 dB Betonung tiefe Frequenz
PA J 3 C	65	Continent.	
PA J 4	50	Continent.	
Piaggio 149	270	Lyc.	
Tiger Moth	130	Halvilland	79 dB Betonung breitbandig

*) Die Lautstärkeangaben und Schallspektren für einzelne Maschinen sind zitiert aus "Fluglärm" (21), S. 53 ff.

2. Zweimotorige Propeller

Typ	PS	Motor
Beech BE 65	2 x 340	Continent.
BE 80	2 x 380	Lyc.
BE 285	2 x 285	Lyc.
Cessna 310	2 x 260	Lyc.
Convair 240	2 x 2600	Pratt & Withney
Douglas DC 3	2 x 1200	Pratt & Withney
ND 2508	2 x 2040	Suecina Herc.
Pembroke	2 x 550	Alvis Leon.

3. Viermotorige Propeller

Typ	PS / kp	Motor
Douglas DC 4		
Transall C 160	4 x 6000	Rolls Royce

4. Turboprops

Typ	PS / kp	Motor
Beech 90 King Air	550	Lycoming
Dart Herald HP-7	1957	Rolls Royce
Fokker F 27	1700	Rolls Royce

5. Militärjets

Typ	PS / kp	Motor
F 84	3270	Wright J 65
F 86	3500	General Electric
F 104	7200	General Electric
Fouga Magister	2 x 400	Touhomeča
Fiat G 91	2300	Bristol Siddeley
Mystere	6284	Desault 20
T 33	2360	Allison J 33

6. Jets (Zivil)

Typ	PS / kp	Motor
Bac 1-11		Rolls Royce
Boeing 737 E	6350	General Electric
Handley Page 137	840	Rolls Royce
Hansa HfB 320	1300	General Electric
Morane	180	Lyc.

7. Hubschrauber

Typ	PS / kp	Motor
Alouette	400	Tourbomeca
Bell 47 G	200	Lyc.
Brantley	180	Lyc.
Djinn 1221	240	Tourbomeca
Vertol H 21	1140	Wright R 1830

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Herrn Lehrbeauftragten Dr. med. K. GRASSER
möchte ich für die Themenstellung, die
jederzeit freundliche Beratung und Unterstützung,
Herrn Prof. Dr. med. L. DEMLING für die Über-
nahme des Referates meinen ergebenen Dank
sagen.

Herrn Oberfeldarzt Dr. G. FRÖHLICH danke ich
für die Überlassung seiner Meßergebnisse und
freundliche Beratung.

